

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

КВАЛИМЕТРИЯ

Учебное пособие



Владимир 2017

УДК 658.562.018

ББК 30.607

К32

Авторы:

В. Н. Романов, Ю. А. Орлов, М. П. Ромодановская, Д. Ю. Орлов

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор
профессор кафедры тепловых двигателей и энергетических установок
Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
А. Н. Гоц

Заместитель генерального директора, главный конструктор
ООО «Владимирский станкостроительный завод „Техника”»
Н. В. Тюрин

Печатается по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

Квалиметрия : учеб. пособие / В. Н. Романов [и др.] ;
К32 Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир :
Изд-во ВлГУ, 2017. – 135 с. – ISBN 978-5-9984-0762-8.

Посвящено вопросам, регламентируемым вузовским стандартом на курс «Квалиметрия».

Рекомендовано для студентов высших учебных заведений очного и заочного обучения для специальностей 27.03.02 и 27.04.02 – Управление качеством, 27.03.01 и 27.04.01 – Стандартизация и метрология. Может представлять интерес для работников научной сферы, а также руководителей всех уровней и специалистов-практиков.

Рекомендовано для формирования профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО.

Ил.16. Табл. 9. Библиогр.: 11 назв.

УДК 658.562.018

ББК 30.607

ISBN 978-5-9984-0762-8

© ВлГУ, 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
Глава 1. ОБЪЕКТ, ПРЕДМЕТ И СТРУКТУРА КВАЛИМЕТРИИ	8
1.1. Объекты, понятия и определения квалиметрии.....	8
1.2. Понятие термина «качество»	10
1.3. Структура квалиметрии	15
Глава 2. НОМЕНКЛАТУРА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА	18
2.1. Общие положения выбора номенклатуры показателей качества	18
2.2. Номенклатура показателей качества	19
2.2.1. Показатели назначения	20
2.2.2. Показатели надежности	21
2.2.3. Эргономические показатели	24
2.2.4. Эстетические показатели	27
2.2.5. Показатели технологичности	30
2.2.6. Показатели унификации.....	34
2.2.7. Показатели транспортабельности	36
2.2.8. Патентно-правовые показатели.....	37
2.2.9. Экологические показатели.....	39
2.2.10. Показатели безопасности.....	41
Глава 3. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗНАЧЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА.....	42
3.1. Классические методы определения значений показателей качества.....	42
3.2. Статистические методы оценки показателей качества.....	45
Глава 4. ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНКИ УРОВНЯ КАЧЕСТВА.....	47
4.1. Методология оценивания качества объектов	47
4.2. Выбор базовых образцов.....	56
4.3. Квалиметрические шкалы	59

Глава 5. ОЦЕНКА УРОВНЯ КАЧЕСТВА ОБЪЕКТОВ.....	60
5.1. Общие положения.....	60
5.2. Методы определения параметров (коэффициентов) весомости.....	62
5.3. Классические методы оценки уровня качества.....	64
5.4. Экспертные методы оценки уровня качества.....	75
5.5. Качество труда.....	84
5.6. Оценка качества проекта.....	89
Глава 6. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА.....	90
6.1. Теоретическая часть.....	90
6.2. Принципы выбора плана контроля.....	93
6.2.1. Виды дефектов и дефектные изделия.....	93
6.2.2. Уровень контроля.....	94
6.2.3. Типы планов контроля.....	95
6.2.4. Виды контроля.....	95
6.2.5. Оперативная характеристика.....	97
6.2.6. Способы отбора выборок.....	97
6.3. Методы статистического контроля и регулирования технологических процессов.....	102
6.3.1. Основные сведения по математической статистике.....	103
6.3.2. Расчёт на технологическую точность оборудования и стабильность технологических процессов.....	106
6.3.3. Оценка точности и стабильности технологического процесса по статическим характеристикам.....	107
Глава 7. СОЦИАЛЬНАЯ КВАЛИМЕТРИЯ.....	112
7.1. Основные понятия социальной квалиметрии.....	112
7.2. Стандартизованная оценка качества социальных объектов.....	118
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ.....	122
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	124
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	125
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	126

ВВЕДЕНИЕ

Качество как характеристика сущности объектов и их свойств всегда имело и имеет для людей большое практическое значение. Поэтому вопросы оценки качества всего, с чем имеет дело человек, были и остаются среди важнейших.

Первые известные случаи оценки качества продукции относятся к 15 в. до н. э. Тогда гончары острова Крит маркировали свои изделия специальным знаком, свидетельствующим об изготовителях и высоком качестве их продукции. Это была оценка качества по так называемой «шкале наименований», или по «адресной шкале». Фирменные знаки, а также другие знаки качества и сейчас служат ориентиром, оценочным признаком качества продукции. Позднее как разновидность экспертного метода оценки качества продукции использовался способ, основанный на обобщенном опыте потребителей, – способ «коллективной мудрости». Древнейшим примером экспертной оценки качества служит дегустация вин. Всевозрастающая необходимость определения соответствия продуктов труда нуждам потребителей привела к возникновению специальной научной дисциплины – товароведения. Это было обусловлено появлением на рынке продаж большого количества разнообразных товаров, требующих классификации, а также оценки их качества и стоимости. Первая кафедра товароведения была организована в 1549 г. в Италии при Падуанском университете.

Развитие международной торговли требовало классификации продукции по качественным категориям, а для этого надо было измерять не только отдельные свойства продукции, но количественно оценивать ее качества по совокупности всех основных потребительских свойств. В связи с этим в Европе и США в конце 19 – начале 20 в. стали широко использовать методы оценки качества продукции с помощью баллов.

Впервые в России обосновал и применил аналитический метод оценки качества продукции известный кораблестроитель академик А. М. Крылов. Он с помощью соответствующих коэффициентов, учитывающих степень выраженности каждого свойства корабля и нерав-

нозначности их, оценивал качество предлагаемых проектов строительства кораблей. Сведение этих коэффициентов в единую систему позволяло количественно оценить качество рассматриваемых проектов.

В 20 – 30 гг. 20-го столетия в СССР и других странах методы количественной оценки качества товаров успешно развивались и использовались на практике. Так, например, в 1922 г. П. Бриджмен предложил способ сведения к одному показателю нескольких количественных оценок различных параметров, характеризующих качество. В 1928 г. эту же проблему решил М. Аранович. В то же время П. Флоренским были предложены новые способы обработки данных при количественной оценке качества продукции.

Квалиметрия как самостоятельная наука об оценивании качества любых объектов сформировалась в конце 60-х гг. 20 в. Ее появление было обусловлено насущной необходимостью более эффективного и научного обоснования управления качеством производимой продукции.

Кроме того, решение различных специальных проблем техники, например надежности, технологичности, безопасности, эстетичности и др., подводило ученых к осознанию необходимости проведения объединённых комплексных оценок качества по всем важнейшим параметрам свойств технических систем: машин, оборудования, приборов и т. д. С другой стороны, требовались методики количественных оценок различных объектов. Все это привело к тому, что когда группа советских ученых в составе военного инженера-строителя Г. Г. Азгальдова, инженеров-машиностроителей З. Н. Крапивенского, Ю. П. Кураченко и Д. М. Шпекторова, экономистов в области авиастроения А. В. Гличева и В. П. Панова, а также архитектора М. В. Федорова, убедившись в методической общности существующих разнообразных способов количественных оценок разных объектов, решила осуществить теоретическое обобщение этих способов путем разработки самостоятельной научной дисциплины под названием «Квалиметрия».

В 1971 г. в нашей стране издана первая «Методика оценки уровня качества промышленной продукции». В том же году на 15-й Международной конференции европейской организации по контролю качества (ЕОКК) одна из пяти секций была посвящена вопросам квалиметрии. С основными докладами выступали наши авторы. В 1972 г. была проведена в Таллине 1-я Всесоюзная научная конференция по квалиметрии.

В 1979 г. Госстандарт СССР издает руководящий документ РД 50-149-79 под названием «Методические указания по оценке технического уровня и качества промышленной продукции».

Начиная с 1979 г. термин «квалиметрия» является стандартизованным в ГОСТ 15467-79 «Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения». С 1971 г. ЕОКК на своих международных конференциях регулярно обсуждает вопросы квалиметрии.

Квалиметрия, зародившаяся и активно развивающаяся в нашей стране, теперь признается и осваивается специалистами зарубежных стран. Так, например, известно, что в США в октябре 1997 г. состоялся международный семинар по обучению менеджеров использованию методологии и способов квалиметрии. При этом преподавались в основном российские наработки по теории квалиметрии, начиная с проведения оценочных работ.

Итак, 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.

Большой вклад в теорию квалиметрии и практику ее использования внесли наши соотечественники Ю. П. Адлер, Г. Г. Азгальдов, В. Г. Белик, Г. Н. Бобровников, А. В. Гличев, В. В. Кочетов, Г. Н. Солод, А. В. Субето, А. Г. Суслов, М. В. Федоров, И. Ф. Шишкин и многие другие ученые и специалисты.

Глава 1. ОБЪЕКТ, ПРЕДМЕТ И СТРУКТУРА КВАЛИМЕТРИИ

Квалиметрия (от лат. qualis – какой по качеству и ...метрия) – научная область, объединяющая методы количественной оценки качества различных объектов.

Основные задачи квалиметрии

- обоснование номенклатуры показателей качества;
- разработка методов определения показателей качества объектов и их оптимизации;
- оптимизация типоразмеров и параметрических рядов изделий;
- разработка принципов построения обобщенных показателей качества и обоснование условий их использования в задачах стандартизации и управления качеством.

1.1. Объекты, понятия и определения квалиметрии

В квалиметрии могут быть любые объекты, к которым применимо понятие «качество».

Учитывая, что свойство продукции является исходной характеристикой ее качества, рассмотрим связанные с ним понятия и определения.

Свойство продукции – это объективная особенность, которая проявляется при создании, эксплуатации или потреблении изделия.

Размер – свойство количественной определенности объекта и его свойств. Размеры и величины бывают физическими и нефизическими. Размер выражается количеством единиц соответствующей размерности.

Термин «эксплуатация» применяется к такой продукции, которая в процессе использования расходует свой ресурс, а «потребление» относится к такой, которая при ее использовании расходует сама. Свойства можно разделить на простые и сложные, например, надежность изделия считается сложным свойством, которое обусловлено относительно простыми его свойствами – безотказностью, долговечностью, ремонтпригодностью и сохраняемостью.

Признаком продукции является качественная или количественная характеристика любых ее свойств или состояний. К качественным признакам можно отнести цвет материала, форму изделия и др. Качественные признаки могут носить альтернативный характер и имеют

только два взаимоисключающих варианта, например, наличие или отсутствие защитного покрытия на деталях, наличие или отсутствие дефектов. В швейных изделиях использование взаимозаменяемых ниток: хлопчатобумажных, армированных, лавсановых или капроновых – многовариантный качественный признак.

Качественный признак – это **параметр продукции**, он может быть одним из показателей ее качества.

Показатель качества продукции – количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции, составляющих ее качество, рассматриваемая применительно к определенным условиям ее создания, эксплуатации или потребления.

Многие показатели качества продукции являются функциями ее параметров.

Рассмотренные понятия: признак, параметр, показатель качества продукции позволяют определить взаимосвязи между ними, что показано на схеме (рис. 1).

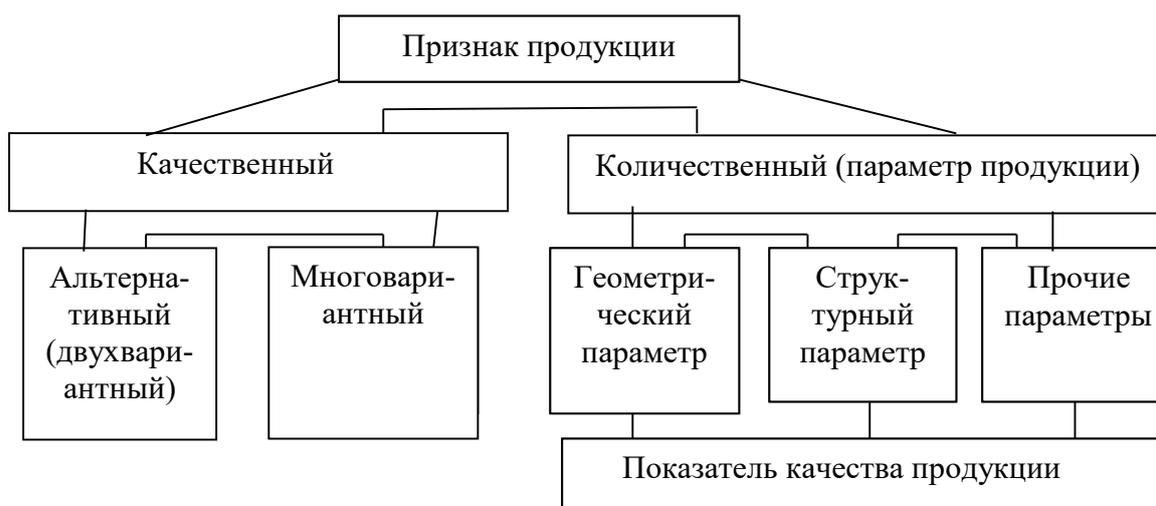


Рис. 1. Взаимосвязь признака, параметра и показателя качества продукции

Единичные показатели характеризуют одно из свойств продукции, могут относиться как к единице продукции, так и к совокупности единиц однородной продукции, например, наработка изделия на отказ (часы), удельный расход топлива в граммах на одну лошадиную силу в час и т. д.

Комплексные показатели характеризуют совместно несколько простых свойств или одно сложное, состоящее из нескольких простых. Примером комплексного показателя может служить коэффициент

ент готовности изделия K_g , который характеризует два свойства – безотказность и ремонтпригодность. Вычисляется он по следующей формуле:

$$K_g = \frac{t_{cp}}{t_{cp} + t_B},$$

где t_{cp} – наработка на отказ (безотказность); t_B – среднее время восстановления (ремонтпригодность).

1.2. Понятие термина «качество»

В соответствии с международными стандартами качество трактуется как совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворять установленные и предполагаемые потребности.

По Гегелю *качество – это объективно существующая совокупность свойств и характеристик изделия, которая определяет изделие как таковое и отличает его от другого*. Понятие неточно, поскольку существуют различные агрегатные состояния веществ, которые подходят под определение Гегеля, но не отражают их качественную сторону. Например, вода – пар – лед, «плохая» вода, «хорошая», т. е. качественная и т. д. Таким образом, видим, что эти определения соотносятся как разные понятия.

А. В. Гличев говорит: *«При всем разнообразии и множестве определений все сходятся в одном: „Продукция должна быть способной удовлетворять потребности, иначе она лишена качества”*».

С этой точки зрения интересным представляется понятие качества, которое дал Э. Деминг. Качество должно рассматриваться как результат взаимодействия трех составляющих:

- 1) самого товара;
- 2) потребителя и способа использования товара;
- 3) инструкции по использованию, подготовки потребителей и обслуживающего персонала.

Стилизованные схемы понятия «качество» даны на рис. 2 – по Демингу, рис. 3 – современное представление. У. Шухарт на вопрос о том, что такое качество, отвечал *«... объективно существующие свойства и характеристики продукции, или наша оценка этих свойств, наши ощущения или чувства»*. *«Концепция качества некоторой вещи*

означает последовательность воспринимаемых составляющих, связанных с предварительно обдуманым или заданным набором операций».

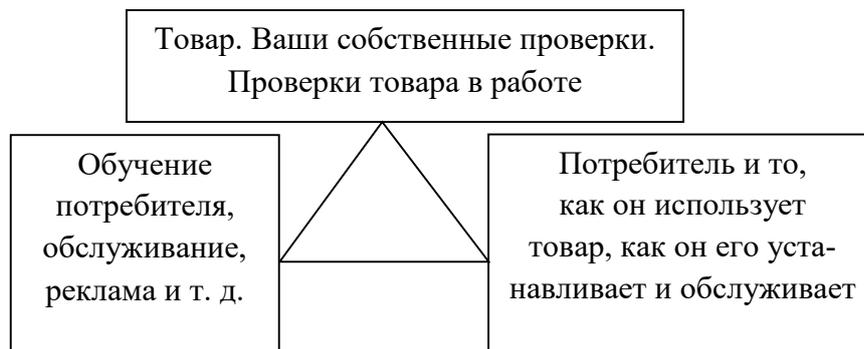


Рис. 2. Схема понятия «качество» по Э. Демингу

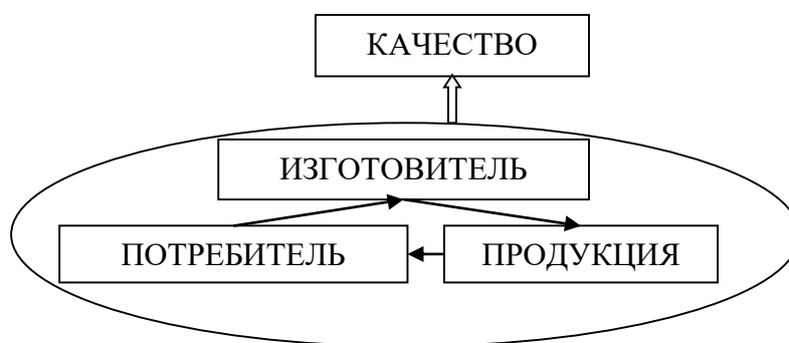


Рис. 3. Схема современного понятия «качество»

Существуют три типа качества по У. Шухарту.

Тип 1 – это то, что «характеризует вещь саму по себе, независимо от всех других вещей, воли и интересов человека».

Тип 2 – это то, что «характеризует вещь «А» в ее отношении к другой вещи «Б» как части целого независимо от воли и интересов человека».

Тип 3 – это то, что «делает вещь желаемой со стороны одного или более персон» (т. е. предсказание будущего по прошлому опыту).

Объекты, которые содержат признаки всех трех типов качества, обладают интегральным качеством.

Качество в широком смысле этого понятия – объективная и наиболее обобщенная характеристика любого объекта.

Качество объекта потребления – это совокупная характеристика его свойств, с помощью которых могут быть удовлетворены и обычно удовлетворяются соответствующие потребности людей. Такое пред-

ставление о качестве носит прикладной характер и поэтому считается более узким и специфичным. Существуют и ограниченные представления о качестве, когда оно оценивается не по всем, а по одному или нескольким важнейшим для людей характеристикам объекта. Следует отметить, что в понятие качества объекта потребления включены как объективные свойства, так и субъективные оценки полезности объекта, предназначенного для потребления или уже потребляемого людьми.

Качество – основное и наиболее общее понятие в системе исходных понятий квалиметрии – науки о методах количественной оценки качеств различных объектов.

Наиболее распространено мнение о том, что качество есть совокупность характеристик объекта. Однако многочисленными исследованиями доказано, что качество – это не просто совокупность свойств объекта и его характеристик, а единая синергетическая система элементов, которыми являются свойства с их характеристиками. Поэтому принципиально важно определиться: качество объекта – это совокупность его свойств или характеристик или совокупная характеристика всех свойств объекта в целом.

Если считать, что качество есть совокупность характеристик, то оно должно оцениваться некоторым множеством характеристик. Но если качество есть самостоятельная характеристика сущности объекта, должен быть уровень качества оцениваемого объекта или по отношению к качествам других однородных объектов, или по отношению к эталонному качеству. Фактически квалиметрическими методами качество объекта оценивается одним обобщенным показателем. Этим доказывается, что качество – это совокупная характеристика сущности объекта, обусловленная его свойствами и признаками.

Итак, качество – атрибут, определенная сущность объекта, показателем которой служит совокупная характеристика всех его свойств и признаков.

Необходимо рассмотреть некоторые основополагающие термины и их определения.

Объект – это то, что может быть индивидуально описано и рассмотрено, т. е. широкое понятие, включающее не только продукцию, но и деятельность или процесс, организацию или лицо.

Продукция рассматривается как результат деятельности или процесса.

Объективное свидетельство – данные, подтверждающие наличие или истинность чего-либо. Оно может быть получено путем наблюдения, измерения, испытания или другими способами.

Контроль – процедура оценивания соответствия продукции, процесса или услуги требованиям путем наблюдения, измерения, испытания или калибровкой.

Верификация – подтверждение на основе представления объективных свидетельств того, что установленные требования выполнены.

Валидизация – подтверждение на основе объективных данных того, что требования по использованию или применению выполнены.

Квалификация – демонстрация способности выполнять установленные требования.

Требования – потребность или ожидание, которое установлено, обычно предлагается или является обязательным.

Величина – значение, количественная характеристика размера.

Измерение – определение количественного значения физического размера с помощью эталонных измерительных средств. Следовательно, измеряются с помощью какой-либо меры только физические размеры и при этом определяются их физические величины. Измеряемый размер и его численная величина объективны. Погрешность измерения регламентируется и выявляется.

Измерение – это предмет метрологии – науки об измерениях физических размеров и определениях их величин, а также о методах и средствах обеспечения единства измерений и способах достижения требуемой точности результатов измерений.

Оценивание бывает:

– количественно неопределенным, т. е. по содержанию, по сути (часто такое оценивание называют «качественным»);

– количественным, или квалитетическим.

Количественное оценивание – определение численных характеристик размеров (физических и нефизических) без использования материальных средств. Погрешность оценивания не регламентируется, но она может быть рассчитана.

Общность измерения и количественного оценивания состоит в том, что в обоих случаях их результатом будет численное выражение ранее неизвестного размера.

Единица измерения – условная величина, по сравнению с которой определяют значение (величину) размера.

Физическая величина – количественная характеристика размера конкретного свойства материального объекта (предмета, явления или процесса), измеряемая физическими единицами измерений.

Единица физической величины, или физическая единица измерения, – это физическая величина фиксированного размера, условно принятая для сравнения с ней однородных величин, которой присваивается числовое значение, равное 1, например: 1 м – единица длины, 1 кг – единица массы и др.

Физическими величинами являются численные значения, например, массы тела, его объема, температуры и др.

Нефизическая величина – величина нематериального размера, оцениваемая неинструментальными методами, а также величина размера нематериального объекта или его особенностей. Нефизическими величинами оценивают ум, знания, безопасность, привлекательность и т. д.

Измеряемые величины могут быть размерными и безразмерными.

Размерность – указатель рода величины в соответствующих единицах измерений.

Параметр – величина частной составляющей измеренной физической величины. Например, при измерении напряжения переменного электрического тока его амплитуду и частоту рассматривают как параметры напряжения. Другой пример. Обычно при производстве продукции измеряют ее основные параметры – величины свойств, по которым осуществляют параметрический контроль качества. Следовательно, физические величины свойств объекта можно назвать параметрами.

Показатель – это численное значение размера, по которому можно судить о состоянии, изменении или развитии чего-либо.

Квалиметрия – это наука об измерении и количественной оценке качества всевозможных предметов и процессов, т. е. объектов реального мира.

Квалиметрия является частью качества – комплексной науки о качестве, состоящей из квалинтологии, т. е. общей теории качества, квалиметрии и учений об управлении качеством, в котором рассматриваются организационные, экономические и иные методы и средства влияния на качество объектов с целью повышения их способности удовлетворять существующие и будущие потребности людей.

Предметом квалиметрии является оценка качества в количественном его выражении.

1.3. Структура квалиметрии

Структура квалиметрии состоит из трех частей:

1 – общая квалиметрия, или общая теория квалиметрии, в которой рассматриваются проблемы и вопросы, а также методы измерения и оценивания качеств;

2 – специальная квалиметрия больших группировок объектов, например, квалиметрия продукции, процессов, услуг, социального обеспечения, среды обитания и так далее вплоть до качества жизни людей;

3 – предметная квалиметрия отдельных видов продукции, процессов и услуг, такие как квалиметрия машиностроительной продукции, строительных объектов, квалиметрия нефтепродуктов, труда, образования и т. д.

В квалиметрии используются те же законы и правила, что и в области измерения физических величин, но есть и некоторые особенности, которые наглядно проявляются в сравнении.

1. Многообразие нашего мира определяется свойствами различных его сторон. Это свойства живой и неживой материи, физических объектов и явлений, свойства происходящих в мире социальных и исторических процессов и многие другие. Определенная группа свойств относится к такому понятию, как качество (труда, промышленной продукции, произведений искусства, принимаемых решений, организационной деятельности и т. д.).

2. Любое свойство может быть выражено в большей или меньшей степени, т. е. имеет количественную характеристику. Количественных характеристик у каждого свойства может быть несколько.

Наиболее удачная из них выбирается по соглашению и называется *мерой*. Мерами физических свойств считаются физические величины: масса, время, давление, скорость и другие. Мерами свойств, определяющих качество, служат *показатели качества*. Понятно, что любые формы сотрудничества возможны только в том случае, если его участники будут пользоваться одинаковыми мерами.

3. Установлено 12 областей измерения физических величин. К ним относят следующие измерения:

- геометрических величин;
- механических величин;
- давления и вакуума;
- времени и частоты;
- электрических и магнитных величин;
- акустических величин;
- теплофизические и температурные измерения и др.

Показатели качества в квалиметрии группируются в областях, установленных РД 50-64-84. Это показатели:

- назначения;
- надежности (безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости);
- экономного расхода сырья, материалов, топлива, энергии и трудовых ресурсов;
- эргономические;
- эстетические;
- технологичности;
- стандартизации и унификации и др.

4. Каждая из перечисленных областей измерений объединяет несколько физических величин или показателей качества.

Например, к *геометрическим* величинам относятся длина, площадь, плоский и телесный углы и другие; к *механическим* – масса, скорость, ускорение и т. д. Важнейшими электрическими и магнитными величинами называются сила электрического тока, электрическое напряжение и сопротивление, магнитный поток, магнитная индукция, индуктивность и др. К показателям технологичности продукции относят удельную трудоемкость изготовления, удельную энергоемкость и т. д.

Экономические показатели, характеризующие затраты на разработку, изготовление, эксплуатацию или потребление продукции, включают:

- затраты на изготовление и испытания опытных образцов;
- себестоимость изготовления продукции;
- затраты на расходные материалы при эксплуатации технических объектов и др.

5. Физические величины используются для описания свойств, в совокупности определяющих качество, но понятия «физическая величина» и «показатель качества» не тождественны. Физические величины отражают объективные свойства природы, а показатель качества – общественную потребность в конкретных условиях. Например, масса – физическая величина, а масса изделия – показатель его транспортабельности; скорость – физическая величина, а эксплуатационная скорость автомобиля – показатель его назначения; освещенность – физическая величина, а освещенность на рабочем месте – эргономический показатель.

6. Как и физические величины, показатели качества имеют размерность и могут быть безразмерными.

7. Количественной характеристикой показателей качества, как и физических величин, является их *размер*, который нужно отличать от *значения* – выражения размера в определенных единицах. Размер и значение от выбора единиц не зависят. Отвлеченное число, входящее в значение показателя качества, называется числовым значением. Понятно, что оно-то как раз и зависит от выбора единиц.

8. Значения показателей качества, как и физических величин, могут быть абсолютными и относительными.

Некоторые из проблем квалиметрии имеют математический характер. Часть этих проблем (например, проблема коэффициента вето) довольно легко поддается решению с использованием аппарата прикладной математики. Другие (например, учет системной структуры качества) – гораздо более сложные, и не исключено, что их решение потребует разработки новых разделов прикладной математики. Взаимосвязь квалиметрии и прикладной математики заключается в том, что первая использует методы, приемы, принципиальные подходы, разработанные во второй. Так же, как и большинство других наук, квалиметрия является потребителем той продукции, которую производит прикладная математика.

Глава 2. НОМЕНКЛАТУРА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА

2.1. Общие положения выбора номенклатуры показателей качества

При выборе номенклатуры показателей качества продукции устанавливается перечень наименований количественных характеристик свойств продукции, входящих в состав качества продукции и обеспечивающих возможность оценки ее уровня качества (ГОСТ 22551-77. Выбор номенклатуры показателей качества промышленной продукции. Основные положения).

Обоснование выбора номенклатуры показателей качества проводится с учетом:

- назначения и условий использования продукции;
- анализа требований потребителя;
- задач управления качеством продукции;
- состава и структуры характеризующих свойств;
- основных требований к показателям качества продукции.

Порядок выбора номенклатуры показателей качества продукции предусматривает определение:

- вида (группы) продукции;
- цели применения номенклатуры показателей качества продукции;
- исходной номенклатуры групп показателей качества продукции;
- исходной номенклатуры показателей качества продукции по каждой группе;
- метода выбора номенклатуры показателей качества продукции.

Вид (группа) продукции устанавливается на основании межотраслевых и отраслевых документов, классифицирующих продукцию по назначению и условиям применения. Документом межотраслевого уровня считается, например, «Общероссийский классификатор продукции» (ОКП).

Цели применения номенклатуры показателей качества продукции устанавливаются в соответствии с задачами управления качеством продукции.

Исходная номенклатура групп показателей качества продукции выбирается с помощью таблицы применимости показателей, приведенной ниже (табл. 1).

Таблица 1

Показатели качества продукции	Группа продукции				
	Первая	Вторая	Третья	Четвертая	Пятая
Назначения	+	+	+	+	+
Экономичности	+	+	+	+	+
Надежности:					
безотказность	-	-	-	+	+
долговечность	-	-	-	+	+
ремонтпригодность	-	+	+	+	+
сохраняемость	+	+	+	-	+
Эргономические	+	+	+	+	+
Эстетические	+	+	+	+	+
Технологичности	+	+	+	+	+
Транспортабельности	+	+	+	+	+
Стандартизации и унификации	-	-	+	+	+
Патентно-правовые	-	+	+	+	+
Экологические	+	+	+	+	+
Безопасности	+	+	+	+	+

Примечание. С 1-й по 3-ю группы продукции относятся к 1-му классу, 4-я и 5-я – ко второму.

2.2. Номенклатура показателей качества

В стандартах на номенклатуру показателей и в отраслевых методиках оценки уровня качества продукции необходимо указывать показатели назначения для различных условий применения продукции.

В частности, при оценке уровня качества грузовых автомобилей номенклатура показателей назначения будет различна для эксплуатации в условиях Крайнего Севера, в средне-европейских и других районах. При определении показателей назначения следует выбирать для анализа, сопоставления и других операций, обусловленных оценкой уровня качества продукции, только самые необходимые из них, характеризующие важнейшие свойства продукции.

2.2.1. Показатели назначения

К группе показателей назначения относят следующие подгруппы:

- классификационные показатели;
- показатели функциональные и технической эффективности;
- конструктивные показатели;
- показатели состава и структуры.

Классификационные показатели характеризуют принадлежность продукции к определенной классификационной группе. К классификационным показателям, например, относятся: мощность электродвигателя; емкость ковша экскаватора; передаточное число редуктора; предел прочности картона для обуви; содержание углерода в стали и др.

Показатели *функциональные и технической* эффективности характеризуют полезный эффект от эксплуатации или потребления продукции и прогрессивность технических решений, закладываемых в продукцию. Эти показатели для технических объектов называются *эксплуатационными*.

К показателям функциональным и технической эффективности относятся:

- показатель производительности станка, определяющий количество изготовленной продукции за некоторый период;
- показатель точности и быстроты срабатывания измерительного прибора;
- показатель прочности ткани для швейных изделий;
- удельная энергоемкость электрокамина, определяемая расходом электроэнергии на единицу выделенного тепла;
- показатель водонепроницаемости ткани для плаща;
- калорийность пищевых продуктов и др.

Конструктивные показатели характеризуют основные проектно-конструкторские решения, удобство монтажа и установки продукции, возможность ее агрегатирования и взаимозаменяемость.

Для продукции, на которую разработана конструкторская документация, применение конструктивных показателей при оценке уровня качества обязательно.

К конструктивным показателям, например, относятся габаритные размеры, присоединительные размеры, наличие дополнительных устройств, например сигнала и календаря в ручных часах, коэффици-

ент эффективности взаимозаменяемости, коэффициент сборности изделия и другие.

Коэффициент сборности (блочности) изделия характеризует простоту и удобство его монтажа и представляет собой долю конструктивных элементов, входящих в специфицируемые блоки, в общем количестве элементов, входящих в состав изделия.

Коэффициент сборности (блочности) изделия определяют по формуле

$$K_{сб} = \frac{Q_c}{Q_{об}} = 1 - \frac{Q_n}{Q_{об}},$$

где Q_c – количество специфицируемых составных частей изделия;

Q_n – количество неспецифицируемых составных частей изделия;

$Q_{об}$ – общее количество составных частей изделия, рассчитываемое по формуле $Q_{об} = Q_c + Q_n$.

Количество специфицируемых и неспецифицируемых частей изделия определяют на основании данных о составе изделия, содержащихся в его спецификации.

Показатели состава и структуры характеризуют содержание в продукции химических элементов или структурных групп.

К показателям состава и структуры, например, относятся:

- процентное содержание компонент (легирующих добавок) в стали;
- концентрация различных примесей в кислотах;
- процентное содержание серы, золы в коксе;
- процентное содержание сахара, соли в пищевых продуктах и др.

2.2.2. Показатели надежности

Показатели безотказности

Показатели безотказности характеризуют свойство технического объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки.

К показателям безотказности относятся:

- вероятность безотказной работы;
- средняя наработка до отказа;
- интенсивность отказов;
- параметр потока отказов.

Показатели долговечности

Показатели долговечности характеризуют свойство технического объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов.

К показателям долговечности относятся:

- гамма-процентный ресурс;
- средний срок службы;
- средний срок службы между средними (капитальными) ремонтами.

Понятие «ресурс» применяется при характеристике долговечности при наработке изделия, а «срок службы» – при характеристике долговечности по календарному времени.

Показатели ремонтпригодности

Показатели ремонтпригодности характеризуют свойство технического объекта, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин повреждений и их устранению путем проведения ремонтов и технического обслуживания.

К показателям ремонтпригодности относятся, например:

- средняя оперативная продолжительность планового (непланового) текущего ремонта;
- средняя оперативная трудоемкость технического обслуживания.

Приспособленность продуктов и материалов к восстановлению их свойств после хранения и транспортирования характеризуется показателями восстанавливаемости.

К показателям восстанавливаемости продуктов (материалов) относятся, например:

- среднее время восстановления до заданного значения показателя качества;
- коэффициент восстановления – отношение значения показателя качества к заданному или исходному значению этого показателя.

Показатели сохраняемости

Показатели сохраняемости характеризуют свойство технического объекта сохранять исправное и работоспособное состояние в течение и после хранения и (или) транспортирования или свойство продукта (материала) сохранять пригодное к потреблению состояние в течение хранения и (или) транспортирования.

К показателям сохраняемости относятся:

– гамма-процентный срок сохраняемости;

– средний срок сохраняемости.

Сроком сохраняемости продукта (материала) называется календарная продолжительность хранения и (или) транспортирования продукта (материала) в заданных условиях, в течение и после которой сохраняются значения заданных показателей в установленных пределах.

Гамма-процентным сроком сохраняемости продукта (материала) называется срок сохраняемости, который будет достигнут продуктом (материалом) с заданной вероятностью процентов.

Средним сроком сохраняемости продукта (материала) называется математическое ожидание срока сохраняемости продукта (материала).

Показатели сохраняемости оценивают статистическими методами по результатам испытаний.

Комплексные показатели надежности

Комплексными показателями надежности технических объектов можно назвать коэффициенты готовности, технического использования и оперативной готовности, среднюю суммарную трудоемкость технического обслуживания, суммарную трудоемкость ремонтов и др.

Во многих случаях количественной характеристикой надежности всей совокупности объектов данного типа является математическое ожидание случайной величины $U[X(t)]$:

$$R = MU[X(t)]. \quad (1)$$

Вид функции $X(t)$ полностью определяется свойствами, характеризующими надежность изделия. Функционал $U[X(t)]$ учитывает принцип, которым руководствуется потребитель изделия при оценке последствий отказов.

Показатель надежности изделия, определяемый по формуле (1), отражает соответствующие свойства изделия (безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость). Эти свойства определяют характер функции $X(t)$, а также принцип оценки последствий отказов, что осуществляется соответствующим выбором функционала $U[X(t)]$.

В основу методики выбора норм надежности положено требование обеспечения максимального приведенного значения коэффициента нормирования надежности.

В общем случае коэффициент нормирования надежности объекта зависит от себестоимости объекта, показателей надежности и экономических показателей эксплуатации. Коэффициент нормирования надежности может быть представлен в виде функции

$$K_n = \Phi(\beta_1, \beta_2, \beta_3, \delta_1, \delta_2, \varepsilon, \gamma_1, \gamma_2, R_1, \dots, R_n),$$

где β_1 – себестоимость изделия; β_2 – средние потери от отказа; β_3 – суммарные затраты на планово-профилактические работы за срок службы; δ_1 – удельные затраты на обеспечение работы устройства; δ_2 – затраты, необходимые для выполнения задачи; ε – удельный ущерб, обусловленный вынужденными простоями объекта; γ_1 – удельный эффект от использования объекта; γ_2 – эффект от выполнения устройством заданных функций; R_1, \dots, R_n – показатели надежности.

Предложенный порядок выбора норм надежности объектов учитывает назначение и способ их эксплуатации, влияние отказов на общую величину затрат, а также современный уровень развития техники, определяющий реальные возможности предприятий-изготовителей при развернутом выпуске продукции.

2.2.3. Эргономические показатели

Эргономика (от греческого *ergon* – работа и *nomos* – закон) изучает человека и его деятельность в условиях современного производства с целью оптимизации орудий, условий и процесса труда.

Эргономические показатели характеризуют систему «человек – изделие» (в частности «человек – машина») и учитывают комплекс гигиенических, антропометрических, физиологических и психологических свойств человека, проявляющихся в производственных и бытовых процессах.

К группе эргономических показателей качества продукции относятся следующие подгруппы показателей:

а) гигиенические – показатели, используемые при определении соответствия изделия гигиеническим условиям жизнедеятельности и работоспособности человека при взаимодействии его с изделием;

б) антропометрические – показатели, используемые при определении соответствия изделия размерам, форме и массе тела человека, участвующего в обслуживании этого изделия;

в) физиологические и психофизиологические – показатели, используемые при определении соответствия изделия физиологическим свойствам человека и особенностям функционирования его органов чувств (скоростные и силовые возможности человека, а также пороги слуха, зрения, тактильного ощущения и т. п.);

г) психологические – показатели, используемые при определении соответствия изделия психологическим особенностям человека, находящим отражение в инженерно-психологических требованиях, требованиях психологии и труда, предъявляемых к промышленным изделиям.

Номенклатура эргономических показателей качества распространяется на промышленные изделия, а также на их элементы (оборудование и рабочие места; пульты управления и контроля; мнемосхемы; приборы и сигнализаторы; циферблаты и указатели приборов; таблички с оцифровками, надписями и бестекстовыми обозначениями; ручные и ножные органы управления; ручки и рукоятки инструментов и органов управления; одежду; кожанно-обувные изделия и др.).

В подгруппу гигиенических показателей входят такие, которые непосредственно связаны с работой изделия:

- освещенности;
- температуры;
- влажности;
- напряженности магнитного и электрического полей;
- запыленности;
- излучения;
- токсичности;
- шума;
- вибрации;
- перегрузок (ускорений).

В подгруппу антропометрических показателей входят показатели соответствия:

- конструкции изделия размерам тела человека;
- конструкции изделия форме тела и его отдельных частей, входящих в контакт с изделием;
- конструкции изделия распределению массы тела человека.

Антропология – это наука о происхождении и эволюции человека, образовании человеческих рас и нормальных вариациях физического строения человека.

В подгруппу физиологических и психофизиологических показателей входят показатели соответствия:

- конструкции изделия силовым возможностям человека;
- конструкции изделия скоростным возможностям человека;
- конструкции изделия (размера, формы, яркости, контраста, цвета и пространственного положения объекта наблюдения) зрительным физиологическим возможностям человека;
- конструкции изделия, содержащего источник звуковой информации, слуховым физиологическим возможностям человека;
- изделия (формы и расположения изделия и его элементов) осязательным возможностям человека.

В подгруппу психологических показателей входят показатели соответствия:

- изделия возможностям восприятия и переработки информации;
- изделия при его использовании закрепленным и вновь формируемым навыкам человека (с учетом легкости и быстроты их формирования).

Оценка эргономических показателей проводится сопоставлением значений заданных и базовых эргономических показателей. В большинстве случаев за базу для сравнения принимаются эргономические требования, приведенные в специальных справочниках. В этом случае оценка эргономических показателей дается в виде «соответствует» или «не соответствует» система «человек – изделие» эргономическим требованиям.

В тех случаях, когда удастся определить зависимость между одним из основных показателей назначения изделия, например, показателем производительности и выбранными эргономическими показателями, их оценку следует проводить по величине изменения показателя назначения.

Оценка эргономических показателей может проводиться также экспертами, специализирующимися в области эргономики применительно к конкретной отрасли промышленности.

Пример 1. При оценке уровня качества бытовой газовой плиты используется гигиенический показатель – концентрация угарного газа СО и водяных паров продуктов сгорания. По указаниям Института гигиены труда и профзаболеваний АН РФ показатель концентрации СО оценивается следующим образом: при содержании СО в продуктах сгорания до 0,03 % – 0 баллов; 0,03 % – 0,02 % – 1 балл; 0,02 % – 0,01 % – 2 балла; 0,01 % и менее – 3 балла; при отсутствии СО – 4 балла.

Пример 2. Необходимо оценить физиологический показатель тягового усилия на ручки крана газовой горелки.

Оценка усилий, необходимых для поворота ручки крана газовой горелки, проводится на основании установленной зависимости величины момента поворота ручки от ее диаметра, показанной на рис. 4.

Из рисунка следует, что первая, вторая, третья и четвертая зоны соответственно характеризуют работу тяжелую, средней тяжести, умеренную и легкую. Момент, создаваемый при повороте ручек управления, можно оценить с помощью баллов, отвечающих степени тяжести работы. Так, например, при отнесении работы к зоне I ее тяжесть может быть оценена баллом 1; к зоне II – баллом 2 и т. д.

После оценки эргономических показателей указанным способом полученные результаты сопоставляют с эргономическими требованиями, приведенными в нормативно-технической документации или справочной литературе.

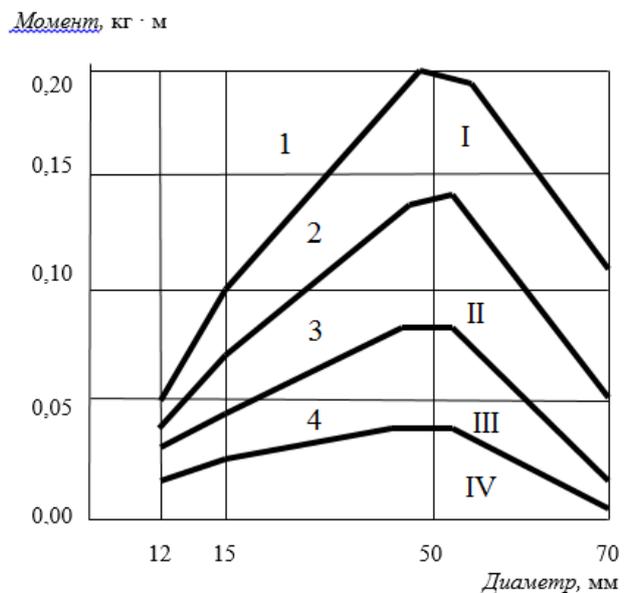


Рис. 4. Зависимость величины момента поворота ручки от ее диаметра

2.2.4. Эстетические показатели

Эстетические показатели характеризуют информационную выразительность, рациональность формы, целостность композиции, совершенство производственного исполнения продукции и стабильность товарного вида.

В группу эстетических показателей входят следующие подгруппы:

- информационной выразительности;
- рациональности формы;
- целостности композиции;
- совершенство производственного исполнения и стабильности товарного вида.

Информационная выразительность характеризует способность изделия отражать в форме сложившиеся в обществе эстетические представления и культурные нормы. Она проявляется:

- в художественно-образном выражении социально значимой информации (знаковость);
- своеобразии признаков формы, выделяющих данное изделие среди других аналогичных изделий (оригинальность);
- устойчивых признаках формы, характеризующих сложившуюся общность, средств и приемов художественной выразительности, свойственных определенному периоду времени (стилевое соответствие);
- признаках внешнего вида изделия, выявляющих общность временно господствующих эстетических вкусов и предпочтений (соответствие моде).

Рациональность формы характеризует соответствие формы объективным условиям изготовления и эксплуатации изделия, а также правдивость выражения в ней функционально-конструктивной сущности изделия. Она выражает:

- соответствие формы изделия его назначению, конструктивному решению, особенностям технологии изготовления и применяемым материалам (функционально-конструктивная обусловленность);
- выявленность в форме способов и особенностей действий человека с изделием (эргономическая обусловленность).

Целостность композиции характеризует гармоничное единство частей и целого, органичную взаимосвязь элементов формы изделия и его согласованность с ансамблем других изделий. Она определяет эффективность использования профессионально-художественных средств для создания полноценного композиционного решения и находит выражение:

- в общей логике пространственного строения формы, его масштабной, пропорциональной и ритмической организации (организованность объемно-пространственной структуры);

- художественном осмыслении реальной работы конструкции и материалов (тектоничность);
- моделировке, взаимопереходах и связях объемов, плоскостей и очертаний формы (пластичность);
- соподчинении графических и изобразительных элементов общему композиционному решению (упорядоченность графических и изобразительных элементов);
- во взаимосвязи цветовых сочетаний и использовании декоративных свойств материалов (колорит и декоративность).

Совершенство производственного исполнения и стабильность товарного вида существенно влияют на особенности эстетического восприятия формы изделия и характеризуются:

- чистотой выполнения контуров, округлений и сочленений элементов (чистота выполнения контуров и сопряжений);
- тщательностью нанесения покрытий и отделки поверхности (тщательность покрытий и отделки);
- четкостью исполнения фирменных знаков и указателей, сопроводительной документации и информационных материалов (четкость исполнения знаков и сопроводительной документации);
- сохраняемостью элементов формы и поверхностей от повреждений, стирание и изменение декоративных покрытий (устойчивость к повреждениям).

Оценка эстетических показателей качества конкретных образцов продукции проводится экспертной комиссией, состоящей из квалифицированных специалистов, имеющих опыт работы в области художественного конструирования и участия в работе комиссии по оценке уровня качества промышленной продукции.

За критерий эстетической оценки принимается ранжированный ряд изделий аналогичного класса и назначения (базовый ряд), составляемый экспертами на основе базовых образцов, представляемых организацией-изготовителем, и отобранных экспертами.

При оценке эстетических показателей экспортной продукции за базовый образец принимается современный аналог ведущей зарубежной фирмы.

Процесс оценки эстетических показателей качества продукции включает выбор базовых образцов и составление базового ряда, проведение сравнительного художественно-конструкторского анализа представленного изделия и определение численных значений эстетических показателей в баллах с использованием экспертных методов.

2.2.5. Показатели технологичности

Показатели технологичности характеризуют свойства продукции, обуславливающие оптимальное распределение затрат материалов, средств, труда и времени при технологической подготовке производства, изготовлении и эксплуатации продукции.

Вопросы технологичности наиболее подробно разработаны применительно к изделиям машиностроения и приборостроения, но имеют более широкое общепромышленное значение. Показатели технологичности необходимо определять также при оценке качества мебели, швейной, текстильной и полиграфической продукции, резинотехнических и многих других видов промышленной продукции по затрачиваемым на их производство трудовым, материальным и денежным ресурсам.

Показатели технологичности продукции подразделяются на основные и дополнительные.

К числу основных показателей технологичности относят показатели трудоемкости, материалоемкости и себестоимости, применимые для всех без исключения видов промышленной продукции.

Необходимо различать следующие показатели трудоемкости, материалоемкости, себестоимости: суммарную (общую), структурную, удельную, сравнительную и относительную трудоемкости (материалоемкость, себестоимость).

Суммарная (общая) трудоемкость продукции определяется количеством времени, затрачиваемым исполнителями на производство единицы продукции, и выражается в норма-часах или машино-часах.

Суммарную (общую) трудоёмкость T рассчитывают по формуле

$$T = t_1 + \dots + t_k = \sum_{i=1}^k t_i,$$

где t_i – трудоёмкость по отдельным цехам, участкам или видам работ, входящим в технологический процесс изготовления данной продукции; k – количество цехов, участков или видов работ.

Структурная трудоёмкость является составным элементом суммарной (общей) трудоёмкости и определяется путём суммирования трудоёмкости по рабочим местам, аппаратам или агрегатам, входящим в состав однородных в технологическом отношении отдельных цехов, участков или видов работ.

Удельная (на единицу определяющего параметра В) трудоёмкость $t_{уд}$ рассчитывается по формуле $t_{уд} = \frac{T}{B}$ и выражается в норма-часах или машино-часах на единицу определяющего параметра данной продукции (например, на один из показателей назначения: на 1 кг или 1 т массы, на 1 м³ полезного объема, на 1 м наружного габарита и т. п.).

Сравнительная трудоёмкость t_c характеризует уровень трудовых затрат и определяется $t_c = \frac{T}{T_б}$, где $T_б$ – базовая трудоёмкость, принятая и заданная для сравнения при оценке уровня технологичности по этому показателю.

Относительная трудоёмкость $t_{отн}$ характеризует долю трудовых затрат по данному виду работ в суммарной (общей) трудоёмкости и вычисляется как $t_{отн} = \frac{t_i}{N}$, где t_i – трудоёмкость по i -му виду работ.

Суммарная (общая) материалоёмкость продукции определяется по общей массе единицы продукции, кг,

$$M = m_1 + \dots + m_h = \sum_{i=1}^h m_i,$$

где m_i – материалоёмкость i -й составной части продукции; h – число составных частей.

Структурная материалоёмкость продукции m_i характеризует затраты отдельных видов (сортов, марок) материалов и является элементом суммарной (общей) материалоёмкости.

Удельную материалоёмкость продукции $m_{уд}$ находят по выражению $m_{уд} = \frac{M}{B}$, кг, на единицу определяющего параметра продукции.

Сравнительную материалоёмкость m_c рассчитывают по формуле

$$m_c = \frac{M}{M_б},$$

где $M_б$ – базовая материалоёмкость, принятая и заданная для сравнительной оценки уровня технологичности.

Относительная материалоемкость $m_{\text{отн}}$ определяется как отношение массы данного материала m_i к суммарной общей материалоемкости изделия M

$$m_{\text{отн}} = \frac{m_i}{M}.$$

Аналогично находится коэффициент применяемости материалов. Он позволяет определить степень применения в данном изделии наиболее прогрессивных видов, сортов или марок материалов.

Важнейшим относительным показателем технологичности, характеризующим эффективность использования материальных ресурсов при производстве продукции, является коэффициент использования материала $K_{\text{и.м}}$. Он определяется для отдельных сортов и марок и вычисляется как отношение количества (массы) материала в готовой продукции к количеству (массе) вводимого в технологический процесс материала

$$K_{\text{и.м}} = \frac{M_{\text{Г}}}{M_{\text{В}}},$$

где $M_{\text{Г}}$ – количество (масса) материала в готовой продукции, кг; $M_{\text{В}}$ – количество (масса) материала, введенного в технологический процесс, кг.

Частным случаем считается определение коэффициента использования материала по соотношению чистой и черной масс изделия.

Суммарная (общая) себестоимость S продукции определяется в зависимости от условной оценки её технологичности в виде заводской, цеховой, полной или неполной (условной), проектной, плановой, отчетной и т. д. Способ определения суммарной себестоимости и степень детализации её расчетов предусмотрены действующими отраслевыми инструкциями или методическими указаниями. В самом общем случае себестоимость включает издержки на материалы, заработную плату, а также косвенные расходы.

Структурная себестоимость S_i характеризует затраты по отдельным видам работ, выполняемым в отдельных цехах, участках, линиях, участвующих в технологическом процессе изготовления данной продукции.

Удельная себестоимость продукции $S_{уд}$ вычисляется путем деления суммарной (общей) себестоимости на единицу определяющего параметра этой продукции, например, на 1 кг или 1 т массы изделия, на единицу его производительности, габарита и т. п.

$$S_{уд} = \frac{S}{B} \text{ руб./единица параметра.}$$

Сравнительная себестоимость S_c определяется по отношению к аналогичному базовому показателю, принятому или заданному для сравнительной оценки технологичности

$$S_c = \frac{S}{S_б},$$

где $S_б$ – базовая себестоимость.

Относительная себестоимость $S_{отн}$ рассчитывается как отношение структурной и суммарной (общей) себестоимости $S_{отн} = \frac{S_i}{S}$ и характеризует долю отдельных цехов, участков, линий в суммарной (общей) себестоимости.

Показатели эксплуатационной технологичности продукции определяются аналогично по её суммарной (общей), структурной, удельной, сравнительной и относительной трудоёмкости и себестоимости.

Наряду с показателями технологичности, рассмотренными выше, технологичность конструкции характеризуется также показателями унификации и транспортабельности, которые косвенно или непосредственно определяют затраты труда, материалов и средств на разработку, изготовление и эксплуатацию продукции.

Для технических объектов к числу дополнительных показателей технологичности, характеризующих технологичность их конструкции, относят некоторые показатели назначения, например, показатели состава и структуры, конструктивные показатели, например, коэффициент сборности (блочности) изделия и др.

Предварительные расчеты основных и дополнительных показателей технологичности должны проводиться с использованием опытно-статистических данных по аналогичным изделиям.

2.2.6. Показатели унификации

Показатели унификации характеризуют насыщенность продукции стандартными, унифицированными и оригинальными составными частями, а также уровень унификации с другими изделиями.

Составными частями изделия являются входящие в него детали, сборочные единицы, комплекты и комплексы. Для единообразия в расчетах показателей унификации составные части изделий подразделяются на стандартные, унифицированные и оригинальные.

К стандартным относят составные части изделия, выпускаемые по государственным, республиканским или отраслевым стандартам.

Унифицированными считаются:

- составные части изделия, выпускаемые по стандартам данного предприятия, если они используются хотя бы в двух различных изделиях, изготавливаемых этим предприятием;
- составные части изделия, не изготавливаемые на данном предприятии, а получаемые им со стороны в готовом виде в порядке кооперирования;
- заимствованные составные части изделия, т. е. ранее спроектированные для конкретного изделия и примененные в двух или более других изделиях.

Допускается заимствование составных частей у изделий, снятых с производства, при условии, что эти части отвечают современным требованиям и техническая документация на изготовление сохранилась.

К оригинальным относятся составные части, разработанные только для данного изделия.

К показателям унификации относят коэффициент:

- применяемости;
- повторяемости;
- взаимной унификации для групп изделий;
- унификации для группы изделий.

Коэффициент применяемости

$$K_{\text{пр}} = \frac{n - n_0}{n},$$

где n – общее количество типоразмеров составных частей изделия;
 n_0 – количество типоразмеров оригинальных составных частей.

Расчет коэффициента применяемости выполняется на уровне деталей. Коэффициент повторяемости составных частей изделия находят по формуле

$$K_{\Pi} = \frac{N}{n} 100,$$

где N – общее количество составных частей изделия.

Коэффициент взаимной унификации для групп изделий рассчитывают по выражению

$$K_{\text{му}} = \frac{\sum_{i=1}^H n_i - z}{\sum_{i=1}^H n_i - n_{\text{max}}} 100,$$

где n_i – количество типоразмеров составных частей в изделии; z – общее количество неповторяющихся типоразмеров составных частей, из которых состоит группа изделий; H – общее количество рассматриваемых изделий в группе; n_{max} – максимальное количество типоразмеров составных частей одного из изделий группы.

Коэффициент унификации для группы изделий определяют следующим образом:

$$K_r = \frac{\sum_{i=1}^m K_{\text{при}i} D_i C_i}{\sum_{i=1}^m D_i C_i},$$

где m – количество изделий в группе; $K_{\text{при}i}$ – коэффициент применяемости для i -го изделия; D_i – годовая программа по i -му изделию; C_i – оптовая цена i -го изделия.

При отсутствии данных о цене каждого изделия группы коэффициент K_r вычисляют по упрощенным формулам

$$K_r = \frac{\sum_{i=1}^m K_{\text{при}i} D_i}{\sum_{i=1}^m D_i} \text{ или } K_r = \frac{\sum_{i=1}^m K_{\text{при}i}}{m}.$$

2.2.7. Показатели транспортабельности

Показатели транспортабельности характеризуют приспособленность продукции к транспортированию, т. е. к перемещению в пространстве, не сопровождающемуся её использованием или потреблением, а также к подготовительным и заключительным операциям, связанным с транспортированием.

К подготовительным операциям относятся, например, укладка продукции в транспортную тару, упаковывание, герметизация, погрузка, частичная разборка изделий, амортизация от воздействия ударов и вибраций, крепление и т. п. Заключительными операциями являются, например, разгрузка транспортного средства, распаковывание, сборка и т. п.

Для оценки показателей транспортабельности необходимо предварительно собрать и систематизировать исходные данные, характеризующие процесс транспортирования, например, массу и объём единицы продукции; показатели её физико-механических свойств; габаритные размеры изделия; показатели сохраняемости продукции; предельно допустимые значения режимов транспортирования (предельная скорость движения автотранспорта, допускаемые инерционные перегрузки при транспортировании и т. п.); нормы погрузочно-разгрузочных работ; коэффициент максимально возможного использования ёмкости или грузоподъёмности транспортного средства при транспортировании данной продукции; восприимчивость перевозимых грузов к тепловым и механическим внешним воздействиям и т. д.

Основными показателями транспортабельности можно назвать те, которые характеризуют затраты, обусловленные выполнением операций по транспортированию продукции, а также подготовительными заключительными работами.

Основные показатели транспортабельности продукции относятся к единице продукции или к определённой характерной группе её единиц, транспортируемых совместно. Эти показатели могут устанавливаться применительно к единице пути транспортирования или к одной перевозке, доставке и т. п.

Разнообразие продукции, способов и средств транспортирования позволяет дать только примерный перечень основных показателей транспортабельности:

- средняя трудоёмкость подготовки единицы продукции к транспортированию (включая погрузку и крепление) в человеко-часах определенного тарифного разряда;
- средняя стоимость упаковывания партии в определенную тару;
- средняя стоимость перевозки единицы продукции на 1 км определённым транспортным средством (за исключением затрат на погрузку, укладку и разгрузку);
- средняя продолжительность разгрузки партии продукции конкретного объёма из железнодорожного вагона определённого вида, из трюма судна и т. д.

Значения показателей транспортабельности определяются экспериментальным, расчетным или экспертным методами. Примером расчётного метода является определение K_v – коэффициента максимально возможного использования ёмкости транспортного средства или тары для партии рассматриваемого вида продукции

$$K_v = \frac{N_B V}{v(1-r)},$$

где N_B – максимально возможное использование ёмкости транспортного средства или тары, выраженное в единицах продукции; V – объём единицы продукции; v – ёмкость транспортного средства или тары; r – коэффициент нормативных потерь ёмкости транспортного средства, например, в связи с устройством проходов между штабелями в кузове вагона.

Значения величин V и v должны быть выражены в одинаковых единицах объёма.

2.2.8. Патентно-правовые показатели

Патентно-правовые показатели характеризуют патентную защиту и патентную чистоту продукции и являются существенным фактором при определении её конкурентоспособности.

При определении патентно-правовых показателей следует учитывать наличие в изделии:

- новых технических решений, на которые поданы заявки на изобретения;
- технических решений, защищенных авторскими свидетельствами на изобретения приоритетом не более 10 лет, а также патента-

ми или иными охранными документами в странах предполагаемого экспорта;

– технических решений, подпадающих под действие патентов исключительного права, выданных в РФ, и патентов, выданных в странах предполагаемого экспорта;

– значимость и стоимостные показатели изделия в целом или его составных частей, подпадающих под действие патентов.

Патентно-правовые показатели определяются при завершении разработки продукции и её аттестации.

Группа патентно-правовых показателей подразделяется на подгруппы показателей патентной защиты и патентной чистоты.

Показатель патентной защиты выражает степень защиты изделия в Российской Федерации и патентами в странах предполагаемого экспорта или продажи лицензий на отечественные изобретения. Он позволяет судить о воплощении в изделии отечественных технических решений, признанных изобретениями в РФ и за рубежом.

Показатель патентной защиты $P_{п.з}$ изделия в Российской Федерации и за рубежом определяется по формуле

$$P_{п.з} = \sum_{j=1}^n m_j + \sum_{i=0}^B \frac{m_i N_i}{N_{io}},$$

где n – количество особо важных составных частей в изделии; m_j – индивидуальные коэффициенты весомости особо важных составных частей; N_i – количество составных частей основной и вспомогательной групп, защищенных авторскими свидетельствами.

Пример 3. На экспорт предполагается поставить цифровой измерительный прибор стоимостью 8000 руб., состоящий из 150 составных частей. В приборе не обладают патентной чистотой восемь газоразрядных индикаторных ламп (общая стоимость 160 руб.), четыре транзистора (общая стоимость 100 руб.), десять полупроводниковых диодов (общая стоимость 100 руб.) и два пакетных переключателя (общая стоимость 100 руб.).

Стоимостной показатель патентной чистоты

$$P_{п.ч} = (8000 - 460) / 8000 = 0,94.$$

Для подобного рода изделий использование стоимостного показателя патентной чистоты имеет определённые преимущества и поз-

воляет оценить возможность реализации изделия в стране и за рубежом с учётом конкретных условий.

Патентная чистота изделия может характеризоваться также показателем территориального распространения

$$P_{\text{Т п.ч}} = \frac{T_0 - T_{\text{нп.ч}}}{T_0},$$

где T_0 – общее число стран предполагаемого экспорта изделия или продажи лицензий; $T_{\text{нп.ч}}$ – число стран, по которым изделие не обладает патентной чистотой.

Пример 4. Предполагается поставка электродвигателя в десять стран. В отношении двух из них изделие не обладает патентной чистотой.

Показатель территориального распространения

$$P_{\text{Т п.ч}} = \frac{10 - 2}{10} = 0,8.$$

На практике могут иметь место случаи, когда для определения возможности реализации изделия в РФ или за рубежом необходимо использовать совокупность показателей патентной чистоты.

2.2.9. Экологические показатели

Экологические показатели характеризуют уровень вредных воздействий на окружающую среду, возникающих при эксплуатации или потреблении продукции.

При выборе экологических показателей должны быть отражены требования, выполнение которых обеспечивает поддержание рационального взаимодействия между деятельностью человека и окружающей природной средой, а также предупреждение прямого и косвенного вредного влияния результатов эксплуатации или потребления продукции на природу.

Учет экологических показателей должен обеспечить:

– ограничение поступлений в окружающую природную среду промышленных, транспортных и бытовых сточных вод и выбросов для снижения содержания загрязняющих веществ в атмосфере, природных водах и почвах до количества, не превышающего предельно допустимые концентрации;

- сохранение и рациональное использование биологических ресурсов;
- возможность воспроизводства диких животных и поддержание в благоприятном состоянии условий их обитания;
- сохранение генофонда растительного и животного мира, в том числе редких и исчезающих видов.

Для обоснования необходимости учета экологических показателей при оценке качества продукции проводится анализ процессов её эксплуатации или потребления с целью выявления возможности химических, механических, световых, звуковых, биологических, радиационных и других воздействий на окружающую природную среду. При выявлении вредных воздействий указанных факторов на природу группу экологических показателей необходимо включать в номенклатуру показателей, применяемых для оценки уровня качества продукции.

К экологическим показателям, например, относятся:

- содержание вредных примесей, выбрасываемых в окружающую среду;
- вероятность выбросов вредных частиц, газов, излучений при хранении, транспортировании, эксплуатации или потреблении продукции.

При отсутствии статистических данных об экологических показателях, методов определения их численных значений и тому подобное допускается применение качественных характеристик, таких как наличие очистительных устройств, глушителей, пылеуловителей и др.

При оценке уровня качества продукции с учетом экологических показателей необходимо исходить из требований (норм) по охране окружающей природной среды.

Эти требования и нормы определяются:

- стандартами, рекомендациями, правилами международной организации по стандартизации ИСО и других международных организаций, занимающихся вопросами охраны природы;
- принятыми международными техническими регламентами и нормами;
- системой государственных стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов (системой 17-й группы Т 58) и другими нормативными документами в этой области.

2.2.10. Показатели безопасности

Показатели безопасности характеризуют особенности продукции, обуславливающие при её эксплуатации или потреблении безопасность человека (обслуживающего персонала).

Учёт показателей безопасности необходим для обеспечения безопасности человека при эксплуатации или потреблении продукции, монтаже, обслуживании, ремонте, хранении, транспортировании от механических, электрических, тепловых воздействий, ядовитых и взрывчатых паров, акустических шумов, радиоактивных излучений и т. п.

Показатели безопасности должны отражать требования, обуславливающие меры и средства защиты человека в условиях аварийной ситуации, не санкционированной и не предусмотренной правилами эксплуатации в зоне возможной опасности.

Примечание. Требования к безопасности человека при санкционированных условиях в режимах эксплуатации или потребления, монтажа, обслуживания, транспортирования и хранения продукции могут учитываться подгруппой гигиенических показателей, входящих в группу эргономических показателей качества продукции.

Под аварийной понимается ситуация, вызванная случайным нарушением правил, изменением условий и режимов эксплуатации продукции.

Под зоной возможной опасности понимается пространство, в котором существует опасность (угроза) для здоровья человека при возникновении аварийной ситуации.

Показатели безопасности должны учитывать требования, выполнение которых обеспечивает защиту человека, находящегося в зоне возможной опасности, от вредных для его здоровья воздействий.

Примерами показателей безопасности могут служить:

- вероятность безопасной работы человека в течение определённого времени;
- время срабатывания защитных устройств;
- сопротивление изоляции токоведущих частей, с которыми возможно соприкосновение человека;
- электрическая прочность высоковольтных цепей.

Показателями безопасности могут также служить качественные характеристики, например, такие, как наличие блокирующих устройств, ремней безопасности, аварийной сигнализации и т. п.

При оценке уровня качества продукции с учётом показателей безопасности необходимо исходить из требований (норм) по безопасности.

Требования и нормы по безопасности человека определяются:

- системой государственных стандартов по безопасности труда;
- правилами и нормами по технике безопасности, пожарной безопасности, производственной санитарии;
- стандартами, рекомендациями, правилами ИСО, публикациями международной комиссии по энергетике (МЭК) и других международных организаций по стандартизации, а также принятыми международными регламентами и нормами.

Глава 3. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗНАЧЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА

Методы определения значений показателей качества разделяются на два типа: классические и статистические.

3.1. Классические методы определения значений показателей качества

Методы определения значений показателей качества объекта классического типа подразделяются на две группы:

- по способам получения информации;
- по источникам получения информации.

В зависимости от способа получения информации методы определения значений показателей качества продукции делятся:

- на измерительный;
- регистрационный;
- органолептический;
- расчетный.

В зависимости от источника информации методы определения значений показателей качества продукции делятся:

- на традиционный;

- экспертный,
- социологический.

Измерительный метод основан на информации, получаемой с использованием технических измерительных средств. Результаты непосредственных измерений при необходимости приводятся путем соответствующих пересчетов к нормальным или стандартным условиям, например, к нормальной температуре, к нормальному атмосферному давлению и т. п.

С помощью измерительного метода определяются значения, например, массы изделия, силы тока, частоты вращения коленвала двигателя, скорости автомобиля и др.

Регистрационный метод основан на использовании информации, получаемой путем подсчета числа определенных событий, предметов и затрат, например, отказов изделий при испытаниях, затрат на создание и (или) эксплуатацию продукции числа частей сложного изделия (стандартных, унифицированных, оригинальных, защищенных авторскими свидетельствами или патентами и т. п.). Этим методом определяются показатели унификации, патентно-правовые показатели и др.

Органолептический метод основан на использовании информации, получаемой в результате анализа восприятия органов чувств: зрения, слуха, обоняния, осязания, вкуса. При этом органы чувств человека служат приемниками для получения соответствующих ощущений, а значения показателей находят путем анализа полученных ощущений на основании имеющегося опыта и выражаются в баллах. Точность и достоверность этих значений зависят от способностей, квалификации и навыков определяющих лиц. Этот метод не исключает возможности использования некоторых технических, но не измерительных и не регистрирующих средств, повышающих разрешающие способности органов чувств человека, например, лупы, микроскопа, микрофона с усилителем. С помощью органолептического метода определяются показатели качества пищевых продуктов, эстетические показатели и др.

Расчетный метод основан на использовании информации, получаемой с помощью теоретических или эмпирических зависимостей. Этим методом пользуются главным образом при проектировании продукции, когда последняя еще не может быть объектом экспери-

ментальных исследований (испытаний). Расчетный метод служит для определения значений, например, показателей производительности, безотказности, долговечности, сохраняемости, ремонтпригодности изделия и др.

При необходимости значения показателей качества продукции находят несколькими методами, перечисленными выше, например, показатель ремонтпригодности может определяться средним значением трудозатрат (в человеко-часах), необходимых для осуществления данной категории ремонта. В этом случае применяется комбинация регистрационного метода (подсчет лиц определенной квалификации, занятых ремонтом) с измерительными (измерение времени, затраченного на ремонт).

Значения показателей качества продукции традиционным методом определяются должностными лицами (работниками) специализированных экспериментальных и (или) расчетных подразделений предприятий, учреждений или организаций.

К экспериментальным подразделениям относятся лаборатории, полигоны, испытательные станции, стенды и т. п., а к расчетным – конструкторские отделы, вычислительные центры, службы надежности и др.

Работники лабораторий определяют и поставляют информацию, например, о механической прочности металлов, содержании серы, вязкости, содержании золы в угле, кислотности веществ и др.

Испытания продукции должны проводиться в условиях, максимально приближенных к нормальным и форсированным эксплуатационным, например, в условиях летно-испытательных станций авиазаводов, полигонов автомобильных и тракторных предприятий, испытательных площадок и стендов для встроенных комплексных испытаний насосов, компрессоров, электрических двигателей и т. д.

Значения показателей качества продукции экспертным методом определяются группой специалистов-экспертов. В такие группы объединяются, например, товароведы, дизайнеры, дегустаторы и т. п. Эти группы периодически или эпизодически действуют в качестве экспертных комиссий, каждый член которых обладает правом решающего голоса. Как правило, эксперты пользуются экспертным способом получения информации в качестве оцениваемой продукции. С помощью экспертного метода определяются значения таких показателей

качества, которые в настоящее время не могут быть определены другими более объективными методами.

Определение значений показателей качества продукции социологическим методом осуществляется фактическими или потенциальными потребителями продукции. Сбор мнений потребителей производится путем устных опросов или с помощью распространения специальных анкет – вопросников, а также путем организации конференций, выставок, аукционов, опытно-показательной эксплуатации продукции и т. п.

При необходимости совместно используются несколько методов определения значений показателей качества продукции, перечисленных выше.

3.2. Статистические методы оценки показателей качества

Определение численных значений показателей качества, а также значений базовых и относительных показателей, являющееся одной из важнейших операций оценки уровня качества продукции, как правило, требует применения статистических методов. Привлечение методов прикладной статистики в оценке показателей качества продукции обусловлено тем, что в большинстве случаев значения показателей качества являются случайными величинами. В процессе изготовления и эксплуатации продукция подвержена воздействию большого количества случайных факторов. Например, неоднородность стальной заготовки, разрабатываемой на металлорежущих станках, жесткое колебание последних, обусловленное упругостью их звеньев, изменения установки инструмента под воздействием случайных импульсов приводят к рассеиванию размеров, получающихся в результате обработки. Непрерывное перемешивание частиц растворов и газов, вызванное броуновским движением, имеет следствием рассеивание физических констант жидких и газообразных продуктов.

Для оценки показателей качества продукции необходимо решать следующие задачи:

- определить законы их распределения;
- установить доверительные границы и интервалы для параметров распределения оцениваемого показателя качества;
- сравнить средние значения исследуемого показателя качества для двух или нескольких совокупностей единиц продукции, чтобы

установить, является ли различие между ними случайным или закономерным;

- сравнить дисперсии исследуемого показателя качества двух или нескольких совокупностей единиц продукции с той же целью;

- рассчитать коэффициент корреляции (вероятности связи между двумя показателями качества);

- определить параметры зависимости исследуемого показателя качества от других показателей или численных характеристик факторов, влияющих на исследуемый показатель качества;

- определить влияние исследуемых факторов на измерение оцениваемого показателя качества.

Вид распределения вероятностей для различных показателей качества предварительно определяется на основе анализа физических факторов, от которых зависит исследуемый показатель. Очень большое количество случайных факторов вызывает изменения показателя, например, размеры деталей, обрабатываемых на металлорежущих станках. Показатели качества, образующиеся в результате сложения квадратов нормально распределенных случайных величин, подчиняются распределению хи-квадрат, например, эксцентриситет. Показатели усталостной прочности металлов подчинены распределению Вейбулла, наработка изделий до отказа часто подчинена экспоненциальному распределению и т. д.

Указанный анализ завершается выдвижением гипотезы о виде распределения, которая затем проверяется по статистическим критериям.

Наиболее распространенными критериями оценки согласия опытного и теоретического распределения (последнее определяется гипотезой, выдвинутой на основе физических предпосылок) считаются критерии А. Н. Колмогорова: хи-квадрат и омега-квадрат. Необходимо обратить внимание на следующие положения:

- для проверки согласия опытного и теоретического распределений следует брать большие выборки (более ста единиц, в исключительных случаях меньше, но не менее пятидесяти);

- цена деления средств измерения должна быть не более одного среднего квадратического отклонения исследуемого параметра;

- не следует группировать точные результаты при использовании критерия А. Н. Колмогорова, и вместе с тем надо строго выпол-

нять указания по группированию результатов наблюдений при применении критерия хи-квадрат.

Определение доверительных единиц и интервалов заключается в том, что для заданных доверительных вероятностей γ_1 и γ_2 устанавливаются соответственно нижняя и верхняя границы α_n и α_b :

$$P\{\bar{X} \geq \alpha_n\} = \gamma_1; P\{\bar{X} \leq \alpha_b\} = \gamma_2.$$

Эти границы образуют на числовой оси интервал X_n, X_b , в который среднее значение \bar{X} попадает с вероятностью $P\{\alpha_n \leq \bar{X} \leq \alpha_b\} = \gamma$.

Между вероятностями γ_1, γ_2 и γ существует зависимость

$$\gamma = \gamma_1 + \gamma_2 - 1.$$

Возможны два случая постановки задачи.

1. Задаются доверительной вероятностью γ или γ_1 , или γ_2 и определяют соответственно α_n и α_b , или α_n , или α_b .

2. Задаются доверительными границами α_n и α_b , или α_n , или α_b и определяют γ или γ_1 , или γ_2 .

Для нормального распределения значений показателей качества его нижнюю и верхнюю границы находят так:

$$a_i = X - \frac{U_{\gamma_1}}{\sqrt{n}} \sigma.$$

Глава 4. ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНКИ УРОВНЯ КАЧЕСТВА

4.1. Методология оценивания качества объектов

Так как качество объекта проявляется в первую очередь через его свойства, т. е. через объективные особенности объекта, то считается, что для оценки качества необходимо, во-первых, определить перечень тех свойств, совокупность которых в достаточно полной мере характеризует качество; во-вторых, измерить свойства, т. е. определить их численные значения; в-третьих, аналитически сопоставить полученные данные с подобными характеристиками другого объекта, принимаемого за образец или эталон качества. Полученный результат будет с достаточной степенью достоверности характеризовать качество исследуемого объекта.

На этапе метрологического измерения свойств (скорости, массы и т. д.) получают объективные сведения о них. Однако уже следующий квалиметрический этап в исследовании качества объекта носит во многом субъективный характер. Субъективность заключается в самом выборе эталона качества, или «базового образца», с данными которого сопоставляются сведения о свойствах исследуемого объекта. Кроме того, субъективность итоговой характеристики уровня качества кроется в использовании таких методик квалиметрической обработки данных о свойствах сопоставляемых объектов, которые больше соответствуют интересам и задачам исследователя.

Исходя из современных представлений о качестве как о единстве внутренней или внешней определенности объекта, следует, что при оценке его качества необходимо учитывать не только отдельные свойства в их совокупности, но и признаки, а также характеристики внутренней определенности, например, уровень внутренней структурированности, устойчивости структуры и ее элементов или их приспособляемости к изменяющимся условиям функционирования и т. п. Однако с метрологической и, в частности, с квалиметрической позиции достаточно учесть только внешние проявления качества, только «качествообразующие» свойства. Такой подход к измерению качества приводит к не вполне адекватному результату. Такой результат измерения качества не ошибочен, он не полон и поэтому имеет большую погрешность.

Измерение и обобщение показателей внешних свойств и характеристик внутренней сущности объекта исследования дают, очевидно, возможность получения более точной численной характеристики уровня качества, т. е. более правильной оценки качества.

Полученный квалиметрический результат, т. е. численный показатель уровня качества исследованного объекта по отношению к качеству эталона, – это еще не окончательная оценка качества, а только основа для этого. Оценка качества – это ответ на вопрос, в какой мере полученный уровень качества исследованного объекта соответствует интересам или потребностям оценивающего объекта, группы людей или общества в целом.

При оценивании качества иногда рекомендуют использовать образ «идеального», необходимого полезного качества, которому редко когда соответствует выбранный эталон. Даже идеальный эталон каче-

ства не может всех удовлетворить, так как интересы, потребности, взгляды на ценности у всех людей разные. Поэтому любые оценки качества субъективны с объективной их основой в виде численных показателей уровней качества. Это свидетельствует о единстве и очевидном противоречии объективного и субъективного в оценках качества реальных объектов, интересующих людей. Здесь в полной мере проявляется диалектика объективного и субъективного в позиции любого качества.

Оценка качества, выражающая ценность или степень полезности объекта, является предметом изучения многих специальных наук, в том числе и аксиологии – теории ценностей. В этой теории раскрывается содержание основных категорий, которые выражают ту или иную ценность для человека. К таким категориям относятся, например, духовные и материальные ценности (свойства товаров и услуг, безопасность техники). Понятийный аппарат аксиологии помогает при рассмотрении многих вопросов, связанных с качеством продукции, производственных процессов, услуг, окружающей среды и других объектов, изучаемых квалитологией и оцениваемых квалитометрией.

Итак, оценка качества $Q_{оц}$ есть результат взаимодействия четырех компонентов, а именно:

$$Q_{оц} = \langle O, C, B, Ал \rangle,$$

где O – оцениваемый объект; C – оценивающий объект; B – база оценки (эталон качества); $Ал$ – алгоритм (логика и приемы) оценивания.

Так как определение качества объектов реального мира есть по существу познание их важнейших свойств, то, следовательно, квалиметрия является методологией с комплексом различных методик, относящихся к гносеологии – теории познания. Квалиметрия считается прикладной теорией познания качества всевозможных объектов исследования.

Итак, у квалиметрии, как и у всякой научной дисциплины, есть свои методологические принципы, содержание которых состоит в следующем.

Квалиметрия обязана давать практике хозяйственной деятельности людей (т. е. экономике) общественно полезные методы достоверной квалифицированной и количественной оценки качества различных объектов исследования.

В отношении оценки качества товарной продукции проблема состоит в том, что у потребителей и производителей продукции существенно разные интересы. Производитель не всегда заинтересован и часто не может создавать качественные товары, а продавать их он стремится по наиболее высокой цене. Потребитель же заинтересован в дешевой, но качественной продукции. Поэтому соответствующие методы оценки качества продукции могут быть разными. Задача квалиметрии – разрабатывать такие методы, приемы и средства оценивания качества продукции, которые учитывают интересы как производителей, так и потребителей.

Приоритет в выборе определяющих показателей для оценки качества продукции всегда на стороне потребителей.

Дело в том, что количественная оценка качества, как правило, осуществляется не по всем возможным показателям, характеризующим свойства продукции, а по нескольким наиболее значимым, определяющим. В силу того что полезный эффект от продукции достигается при ее эксплуатации или потреблении, то при оценивании качества продукции преимущественно используются те показатели, которые характеризуют способность продукции удовлетворять определенные потребности с ее назначением. Продукция создается для сферы потребления, поэтому в квалиметрии отдается предпочтение показателям потребительских свойств.

Следующий принцип можно сформулировать так: *квалиметрическая оценка качества продукции не может быть получена без наличия эталона для сравнения – без базовых значений показателей, определяющих свойства и качество в целом.*

Абсолютные значения отдельных показателей качества еще не характеризуют качество, не являются оценочными. Для количественной оценки качества необходимо знать значения аналогичных показателей качества других или другого аналогичного образца. Конечным результатом оценки качества исследуемого образца продукции является относительная величина знаний обобщенного показателя его качества и такого же показателя базового, эталонного образца.

Показатель любого обобщения, кроме самого нижнего (исходного) уровня, предопределяется соответствующими показателями предшествующего иерархического уровня.

Под самым низким иерархическим уровнем показателей следует принимать единичные показатели простейших свойств, формирующих качество. Показателем качества высшего иерархического уровня служит интегральный показатель.

При использовании метода комплексной оценки качества продукции все разноразмерные показатели свойств должны быть преобразованы и приведены к одной размерности или выражены в безразмерных единицах измерения.

При определении комплексного показателя качества каждый показатель отдельного свойства должен быть скорректирован коэффициентом его весомости.

Сумма численных значений коэффициентов весомостей всех показателей качества на любых иерархических ступенях оценки имеет одинаковое значение.

Качество целого объекта обусловлено качеством его составных частей.

При количественной оценке качества, особенно по комплексному показателю, недопустимо использование взаимообусловленных и, следовательно, дублирующих показателей одного и того же свойства. Обычно оценивается качество продукции, которая способна выполнять полезные функции в соответствии с ее назначением.

Вышеперечисленные методологические принципы квалиметрии не исчерпывают всех концептуальных положений этой области науки. Однако они являются основополагающими при решении общих и частных вопросов, связанных с методами оценки качества объектов реальности и технической продукции в частности.

Для построения иерархического дерева свойств качества введем новые понятия.

Эквисатисные свойства (достаточно равные, эквус – равный, сатис – достаточно) – это свойства, эквивалентные по своему влиянию на удовлетворение определенной потребности, в одинаковой степени удовлетворяющие эту потребность.

Группа свойств – это совокупность свойств, на которые непосредственно подразделяется эквисатисное им сложное свойство.

Ширина группы – это количество свойств в группе.

Независимость по предпочтению – два свойства, которые в группе независимы тогда, когда нельзя отдать предпочтение какому-

то. Предположим, что два свойства А и Б входят в одну и ту же группу свойств и характер этих свойств таков, что взятые сами по себе (т. е. свойство А без учета свойства Б и наоборот) большие значения показателей каждого свойства предпочтительнее меньших значений. Будем говорить, что свойство А находится в отношении независимости по предпочтению со свойством Б, если большее значение показателя А всегда предпочтительнее меньших значений независимо от того, какие значения может принять показатель свойства Б. Такие два свойства, характеризующие помещения, как естественная освещенность и площадь независимы по предпочтению. Действительно, какова бы ни была площадь помещения, всегда большая естественная освещенность будет предпочтительней меньшей.

Независимое свойство – это свойство, входящее в группу свойств так, что оно находится с любым из них в отношении независимости по предпочтению.

Зависимое свойство – это свойство, входящее в группу свойств, которое хотя бы с одним из них не находится в отношении независимости по предпочтению.

Квазипростое свойство (квази – якобы, мнимый) – это свойство, которое можно подразделить на группу эквисатисных свойств, но которое не нужно подвергать такому делению, так как известна функциональная зависимость между показателями Q сложного и эквисатисных с ним свойств, образующих группу свойств.

Дерево свойств – графическое изображение разветвляющейся структуры, состоящей из сложных свойств и связанных с ним групп свойств.

Корень дерева – показатель качества, который находится на самом нижнем уровне, т. е. самое сложное свойство дерева.

Правостороннее (левостороннее, верхнестороннее, нижнестороннее) дерево свойств – дерево свойств, в котором для каждого сложного свойства соответствующая группа менее сложных свойств находится на чертеже справа (слева, сверху, снизу) от него.

Ярус дерева – это минимальные по протяженности участки дерева, заключенные между вертикальными при право- или левостороннем дереве или горизонтальными полосками при верхне- или нижнестороннем дереве, отделяющие все сложные свойства. Ярусы кодируются цифрами 0, 1, 2, 3, ..., m .

Высота дерева – общее число ярусов m в дереве свойств.

Полное дерево – дерево свойств, корень которого находится на нулевом уровне, разветвленное до k -го уровня ($k = 1, m - 1$). В неполном правостороннем дереве крайние правые ветви его могут образовываться не только простыми и квазипростыми свойствами (как в полном), но и свойствами сложными.

Усеченное дерево – полное или неполное дерево, из которого в соответствии с ситуацией оценки оказалось возможным исключить одно или несколько свойств (простых или сложных) и/или 0 группы свойств.

Поддерево – это выделенный из данного дерева свойств такой участок, который сам представляет собой дерево с корнем, находящимся на k -м уровне данного дерева.

Дерево в строгой графовой форме – дерево свойств, изображенное так, как это принято в теории графов с вершинами и ребрами (рис. 5).

Дерево в нестрогой графовой форме – дерево свойств, изображенное так, как принято изображать, например, таблицу спортивных соревнований (рис. 6).

Дерево свойств в табличной форме – дерево, изображенное в виде классификационной таблицы (рис. 7).

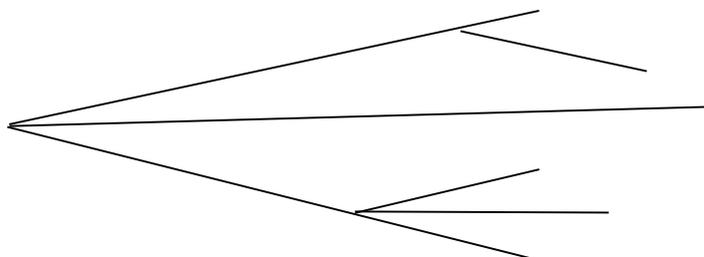


Рис. 5. Дерево свойств в строгой графовой форме

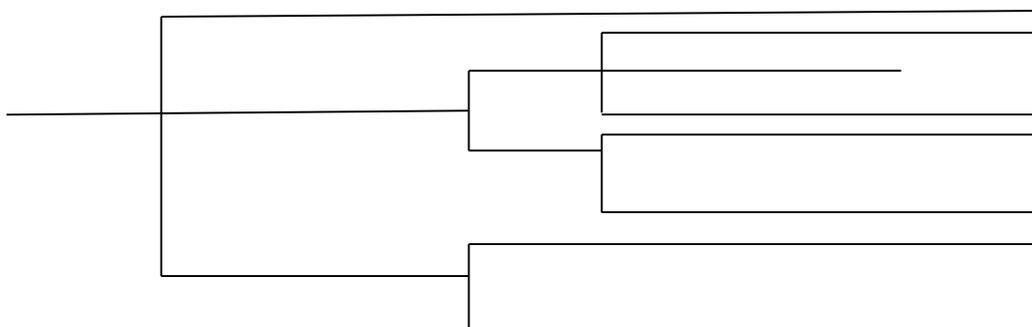


Рис. 6. Дерево свойств в нестрогой графовой форме

Рис. 7. Дерево свойств в табличной форме

Построение дерева свойств. Как было указано выше, показатель качества (продукции) – это количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции, входящих в её качество, рассматриваемая применительно к определенным условиям её создания, которые представляют интерес для потребления данного продукта труда.

Для удобства можно принять, что качество как некоторое наиболее обобщенное, комплексное свойство продукции рассматривается на самом низком, нулевом уровне иерархической совокупности свойств, а составляющие его менее обобщенные свойства – на более высоком уровне, первом (рис. 8).

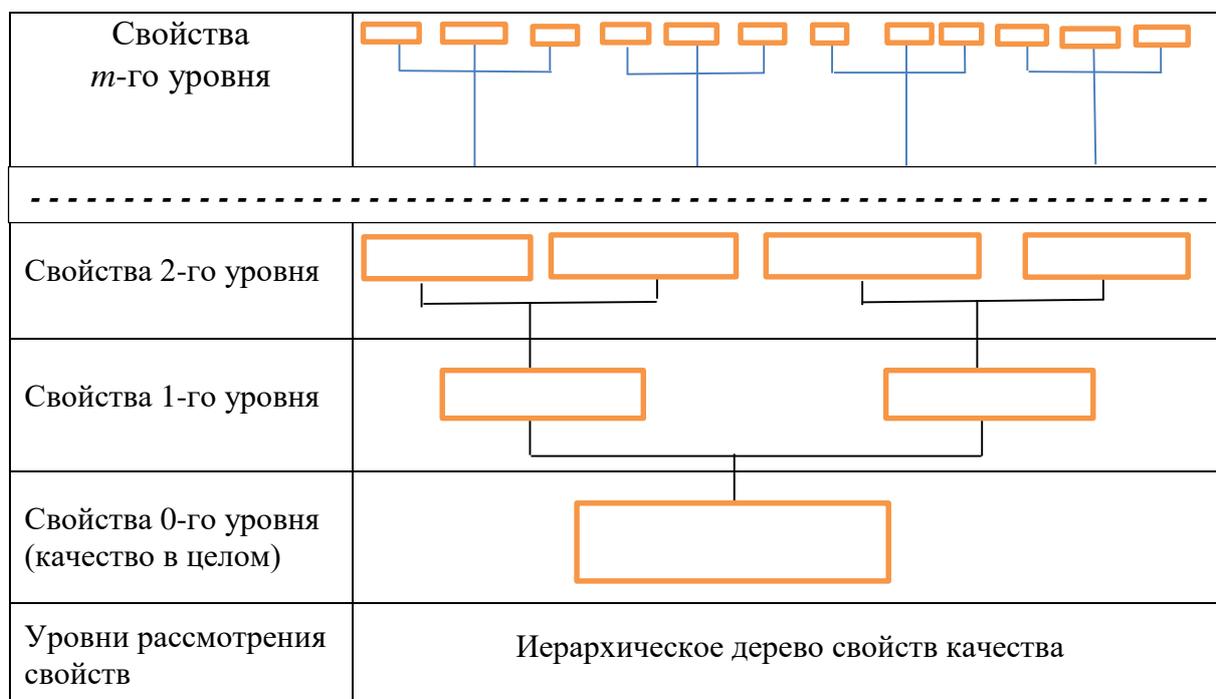


Рис. 8. Иерархическое дерево свойств качества

Каждое из свойств первого уровня может состоять из некоторого числа менее общих свойств второго уровня и т. д. Возникает так называемое иерархическое дерево свойств, число уровней рассмотрения которого может неограниченно возрастать (по мере познания). Желательно подняться до такого высокого уровня m рассмотрения, на котором находятся неразлагаемые, простые свойства. С прогрессом науки простые свойства качества становятся разложенными на другие, т. е. переходят в разряд сложных. Таким образом, простые свойства качества играют роль большой системы. В большинстве случаев простые свойства могут быть измерены по правилам и методам метрологии, а также могут быть получены их численные характеристики.

P_{ij} – это абсолютный показатель свойств (i – число свойств, лежащих на j -м уровне). Абсолютные показатели ничего не говорят о свойстве с точки зрения «много – мало», «хорошо – плохо» и т. д. Чтобы определить уровень свойства, необходимо найти относительный показатель K_{ij} :

$$K_{ij} = f(P_{ij}, P_{ij\text{баз}}),$$

где $P_{ij\text{баз}}$ – абсолютный базовый показатель.

Если показатель характеризует одно свойство – это единичный показатель, все или несколько – комплексный показатель качества. Оценивают уровень качества в результате сравнения рассматриваемой продукции с базовой путем сравнения показателей $K_{ij} = f(P_{ij}/P_{ij\text{баз}})$.

Для выявления оцениваемых показателей необходимо знать, как построить дерево свойств, характеризующих качество объекта; как для каждого объекта найти соответствующий показатель, поскольку для некоторых свойств показателей может быть необходимо два или более и нужно выбрать из них наиболее подходящий.

Правила построения дерева свойств

1. *Деление по равному основанию.* Для любой группы свойств должен быть единый для всех свойств группы признак деления.

2. *Исключительность.* Свойства, входящие в группу, должны исключать необходимость их одновременного учета ввиду того, что между показателями этих свойств есть функциональная зависимость.

3. *Корректируемость.* Сущность этого правила заключается в том, что структура дерева должна позволять проводить корректировку. Например, добавлять в дерево свойств новые свойства, если

вследствие технического прогресса объект усложняется, модернизируется или, наоборот, исключать некоторые свойства, если их учет (в связи с изменением ситуации оценки) не требуется.

4. *Учет взаимосвязей в системе «человек – среда – объект».* Любой элемент системы воздействует на два других элемента системы и сам испытывает воздействие от каждого из них (рис. 9). В дереве свойств должна обязательно присутствовать (разумеется, с учетом ситуации оценки) экологичность, жизнеобеспеченность.

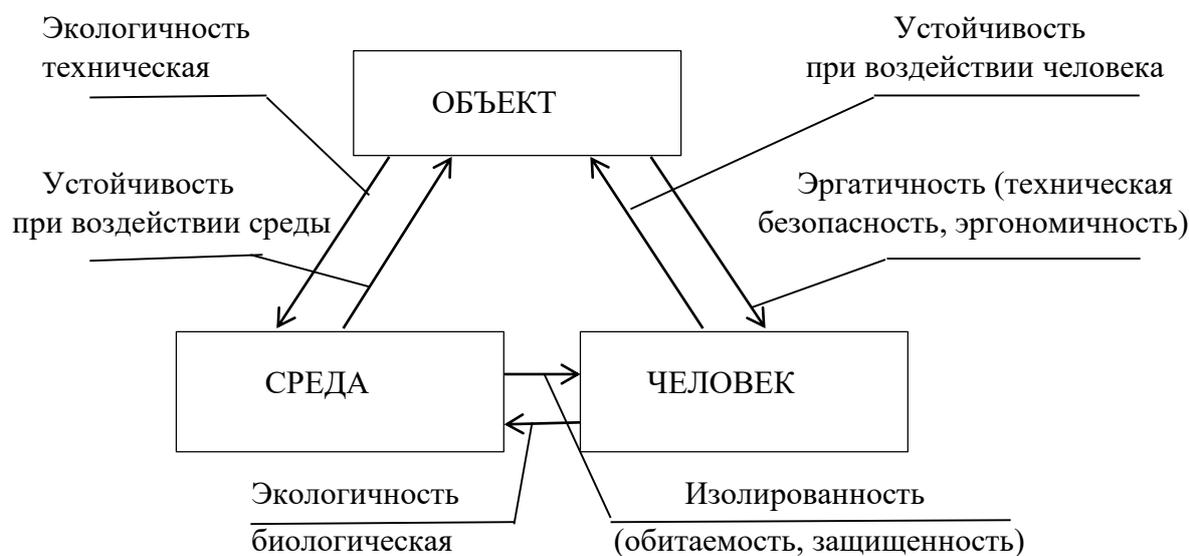


Рис. 9. Система «человек – среда – объект»

5. *Жесткость структуры начальных уровней дерева.* Важнейшее свойство объекта – его приспособленность к функционированию – функциональность. Функциональность проявляется в разных периодах существования объекта (в периоды хранения, транспортировки, ремонта и при непосредственном использовании объекта).

4.2. Выбор базовых образцов

Базовым образцом называется реально достижимая совокупность значений показателей качества продукции, принятых для сравнения. Совокупность базовых значений показателей должна характеризовать оптимальный уровень качества продукции на некоторый заданный период времени.

При наличии необходимой исходной информации следует применять количественные методы оптимизации для определения оптимальных значений показателей качества продукции, принимаемых за базовые.

Методы оценки уровня качества продукции основаны на использовании информации о значениях показателей качества продукции, выпускаемой в стране и за рубежом.

От выбора базового образца в значительной степени зависит результат оценки уровня качества продукции и принимаемое решение. Необходимо обеспечить тщательный, всесторонний и продуманный подход к выбору базовых образцов. Пользование устаревшими и технически несовершенными образцами приводит к искаженной необоснованно завышенной оценке уровня качества продукции. Не допускается применение в роли базового образца гипотетических (воображаемых) образцов, еще не прошедших в момент оценки технического уровня продукции научной и инженерной обработки и в выборе показателей которых может быть допущен произвол.

Базовыми образцами могут служить:

а) на стадии разработки:

– продукция, отвечающая реально достижимым перспективным требованиям (перспективный образец);

– планируемая к освоению продукция, показатели качества которой заложены в техническом задании, техническом или рабочем проектах;

б) на стадии изготовления продукции:

– выпускаемая в РФ или за рубежом продукция, показатели качества которой в момент оценки отвечают самым высоким требованиям и которая наиболее эффективна в эксплуатации или потреблении;

– государственные или отраслевые стандарты РФ, технические условия, международные и прогрессивные зарубежные стандарты, регламентирующие оптимальные значения показателей качества продукции.

Базовый образец следует выбирать из группы продукции, аналогичной по назначению, условиям изготовления и эксплуатации или потребления.

В рассматриваемую группу должна входить продукция:

- представляющая значительную часть общего объема продукции, производимой и реализуемой в стране или за рубежом;
- пользующаяся устойчивым спросом на внутреннем рынке;
- конкурентоспособная на международном рынке.

При соблюдении указанных требований выбранная для сравнения группа продукции характеризует достигнутый уровень качества, близкий к оптимальному.

Установленная номенклатура показателей качества базового образца должна соответствовать номенклатуре показателей качества оцениваемой продукции. Методы определения значений показателей качества и единицы их измерения для базового образца и оцениваемой продукции должны быть идентичными, чтобы обеспечить их сопоставимость.

Базовый образец должен быть перспективным в случаях, когда на освоение новых видов, типов и моделей продукции может затрачиваться значительное время (три года и более).

Базовым образцом может служить типовой представитель группы продукции в том случае, когда появляется необходимость определить уровень качества группы конструктивно и технологически родственных изделий, входящих в параметрический или типоразмерный ряд.

К числу основных условий, определяющих возможность использования стандартов в качестве базового образца, относятся:

- наличие информации, позволяющей сделать вывод о том, что основная часть выпускаемой в РФ или за рубежом продукции данного назначения соответствует принятым за базовый образец стандарту или техническим условиям;
- значения показателей стандарта или технических условий должны быть не хуже значений показателей качества аналогичной продукции.

При отсутствии базового образца, имеющего одинаковый с оцениваемым изделием типоразмер, допускается сравнение с образцом, который своими классификационными показателями лишь незначительно (на 5 – 10 %) отличается от оцениваемого изделия.

4.3. Квалиметрические шкалы

Шкала – это часть отсчетного устройства средства измерений, представляющая собой упорядоченный ряд отметок, соответствующих последовательному ряду значений величины вместе со связанной с ними нумерацией в метрологии.

В соответствии с логической структурой проявления свойств различают три типа шкал измерений:

1. Шкала порядка – такой метод оценивания, при котором оцениваемые параметры (показатели или иные объекты оценивания) располагаются в порядке увеличения или уменьшения значения параметра (показателя) или свойств объекта, причем способ определения порядка расположения не связан с какой-либо численной характеристикой оцениваемых объектов. Пример: шкала Мооса.

Область использования: социальная сфера, экономика, интеллектуальный труд, искусство, в гуманитарных и медицинских науках, т. е. где чисто количественные измерения затруднены или невозможны.

Недостаток: сопоставляются между собой и ранжируются величины, численные значения которых остаются неизвестными; оценки не дают возможности определить, во сколько раз один показатель больше или меньше другого.

2. Шкала интервалов – это метод оценивания, при котором существенной характеристикой можно назвать разность между значениями оцениваемых параметров, которая может быть выражена числом установленных в этой шкале единиц.

Пример: шкала температур Цельсия, Реомюра, Фаренгейта.

Недостатки: на шкале интервалов значения (величины) остаются неизвестными, так как на ней откладываются разницы между сопоставляемыми параметрами; начало отсчета на шкале интервалов выбирается произвольно; деление шкалы на равные части тоже не регламентируется, однако градация позволяет выразить результат измерения в числовой мере.

3. Шкала отношений – метод оценивания, при котором используется единица измерения и, следовательно, величина оцениваемого параметра может быть представлена в виде

$$Q = qN,$$

где q – единица измерения; N – положительное действительное число, является количественной характеристикой параметра.

Шкала отношений не имеет отрицательных значений. Со значениями N и Q возможны все математические действия, поэтому шкала отношений считается наиболее совершенной и широко применяемой.

Основной постулат квалиметрии – любое измерение по шкале отношений предполагает сравнение неизвестной величины с известной и выражение первой через вторую в кратком или дольном отношении.

Глава 5. ОЦЕНКА УРОВНЯ КАЧЕСТВА ОБЪЕКТОВ

5.1. Общие положения

Оценка уровня качества продукции представляет собой совокупность операций, включающую выбор номенклатуры показателей качества оцениваемой продукции, определение значений этих показателей и сопоставление их с базовыми.

Оценка уровня качества осуществляется при аттестации продукции по категориям качества; выборе наилучшего варианта продукции; планировании показателей качества продукции; анализе динамики уровня качества продукции; контроле качества продукции; стимулировании улучшения качества продукции; анализе информации о качестве продукции.

Уровень качества продукции можно выразить совокупностью относительных показателей качества или отношением комплексного показателя качества продукции к соответствующему комплексному базовому показателю.

Ниже приведены основные этапы оценки уровня качества продукции:

1. На стадии разработки продукции:
 - 1.1. Установление класса и группы продукции.
 - 1.2. Определение условий использования продукции.
 - 1.3. Установление требований потребителей, в том числе требований внешних рынков.
 - 1.4. Выбор и обоснование номенклатуры показателей, определяющих технический уровень продукции.
 - 1.5. Выявление лучших сопоставимых международных и зарубежных стандартов, а также лучших отечественных и зарубежных аналогов промышленно освоенной продукции.

1.6. Выбор на основе использования патентной документации лучших технических решений и установление значений показателей, определяющих оптимальный уровень качества продукции.

1.7. Определение численных значений показателей качества оцениваемой продукции и базового образца.

1.8. Выбор метода оценки уровня качества продукции.

1.9. Получение результата оценки и принятие решения.

1.10. Установление требований к качеству продукции и нормирование показателей в нормативно-технической документации.

2. На стадии изготовления продукции:

2.1. Установление объема, периодичности, методов и средств контроля качества и испытаний продукции.

2.2. Определение фактических значений показателей качества продукции по результатам контроля и испытаний.

2.3. Статистическая оценка показателей качества продукции.

2.4. Оценка уровня качества продукции по показателям дефектности.

2.5. Получение результата оценки и принятие решения.

3. На стадии эксплуатации продукции:

3.1. Установление условий эксплуатации или потребления продукции.

3.2. Установление способа сбора и получения информации о качестве продукции в эксплуатации или потреблении.

3.3. Определение фактических значений показателей качества по результатам эксплуатации или потребления продукции.

3.4. Определение суммарного полезного эффекта от эксплуатации или потребления продукции и расчет суммарных затрат на разработку, производство и эксплуатацию или потребление продукции.

3.5. Статистическая оценка показателей качества продукции по данным эксплуатации или потребления.

3.6. Комплексная (интегральная) оценка качества продукции.

3.7. Получение результата оценки и принятие управляющих решений.

При оценке технического уровня продукции определяют соответствие установленным нормам совокупности значений:

– важнейших измеримых (расчетных) единичных показателей качества продукции;

- группового показателя качества продукции, полученного путем установления функциональной зависимости;
- органолептической оценки*
- обобщенного показателя качества продукции в долях единицы или в стобальной шкале.

При комплексном методе оценки с помощью средних взвешенных показателей в частных методиках должны быть указаны значения коэффициентов весомости усредняемых показателей качества продукции и сроки их действия. Нормы (предельные значения) показателей качества продукции устанавливаются для каждого вида продукции.

Основанием для разработки предельных значений являются характеристики базовых образцов и аналогов, требования стандартов и технических условий, а также стандартов ИСО, МЭК, материалы НИР и ОКР, требования и отзывы потребителей и т. п.

5.2. Методы определения параметров (коэффициентов) весомости

Различают следующие методы определения параметров (коэффициентов) весомости:

- стоимостных регрессионных зависимостей;
- предельных и номинальных значений;
- эквивалентных соотношений;
- экспертный метод.

Эти методы различаются исходной информацией, но при правильном их применении они должны приводить примерно к одинаковым результатам.

Метод стоимостных регрессионных зависимостей основан на построении приближенных зависимостей между затратами на создание и эксплуатацию продукции (или пропорциональными им показателями) и исходными показателями качества продукции.

Этот метод применяют при выполнении следующих основных условий:

- а) стоимостные зависимости определены для продукции, цена которой соответствует необходимым затратам на ее создание и эксплуатацию. Это условие считается выполненным для продукции, которая производилась длительное время и пользовалась устойчивым спросом, т. е. не являлась ни остро дефицитной, ни «неходовой»;

б) число показателей качества, входящих в стоимостную зависимость, существенно меньше числа вариантов продукции, по которым построена стоимостная зависимость.

Если комплексная оценка уровня качества продукции проводится с помощью среднего взвешенного геометрического показателя и известна стоимостная зависимость в виде $\lg \frac{S_i}{S_{iб}} = \sum_{i=1}^n \alpha_i \lg \frac{P_i}{P_{iб}}$, то пара-

метры весомости m_i равны соответствующим параметрам регрессионной зависимости α_i . В формуле приняты обозначения: S_i ; $S_{iб}$ – стоимость (оптовая цена) соответственно оцениваемой продукции и базового образца; P_i ; $P_{iб}$ – показатели качества соответственно оцениваемой продукции и базового образца; α_i – параметры аппроксимации, определяемые методом наименьших квадратов; n – количество показателей качества продукции.

Метод предельных и номинальных значений основан на использовании известных предельных допустимых значений показателей качества продукции, определяющих требования к годной продукции или принадлежность ее к данной категории качества.

Этот метод следует применять, когда предельные значения показателей определены правильно и оправданы длительным сроком их использования.

Для среднего взвешенного арифметического показателя параметр весомости находим по формуле

$$m_{iU} = \frac{\frac{1}{P_{iн} - P_{iпр}}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{P_{iн} - P_{iпр}}},$$

где $P_{iн}$ – номинальное значение показателя P ; $P_{iпр}$ – предельное допустимое значение показателя P .

Для среднего взвешенного геометрического показателя параметр весомости вычисляем по выражению

$$m_{iV} = \frac{\frac{1}{\lg(P_{iн} / P_{iпр})}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\lg(P_{iн} / P_{iпр})}}.$$

Метод эквивалентных соотношений следует применять в случаях, когда удастся обосновать, какому относительному изменению количества продукции $\frac{\xi + \Delta\xi}{\xi}$ эквивалентно с точки зрения общего эффекта от использования продукции по назначению относительное изменение соответствующего показателя качества $\frac{P_i + \Delta P}{P_i}$ или насколько процентов можно, например, уменьшить число единиц продукции, чтобы удовлетворить те же потребности при изменении значения данного показателя качества на один процент.

Параметры весомости рассчитываем следующим образом:

$$m_i = \frac{\lg(1 + \frac{\Delta E_i}{E_i})}{\lg(1 + \frac{\Delta P_i}{P_i})}; \quad (i = 1, \dots, n).$$

Экспертный метод определения параметров (коэффициентов) весомости изложен в п. 5.4.

5.3. Классические методы оценки уровня качества

При оценке уровня качества продукции применяют дифференциальный, комплексный или смешанный методы.

Дифференциальным называется метод оценки уровня качества продукции, основанный на использовании единичных показателей ее качества.

При этом определяют, достигнут ли уровень базового образца в целом, по каким показателям он достигнут, какие показатели наиболее сильно отличаются от базовых.

При дифференциальном методе рассчитывают относительные показатели качества продукции q по формулам:

$$q_i = \frac{\rho_1}{\rho_{i6}}; \quad (2)$$

$$q_i^1 = \frac{\rho_{i6}}{\rho_i}; \quad (i = 1, \dots, n), \quad (3)$$

где ρ_1 – значение i -го показателя качества оцениваемой продукции; ρ_{i6} – значение i -го базового показателя; n – количество показателей качества продукции.

Из формул (2) и (3) выбирают ту, при которой увеличению относительного показателя отвечает улучшение качества продукции. Например, относительный показатель для производительности, мощности, энерговооруженности изделий вычисляют по формуле (2), так как увеличение значений единичного показателя указывает на улучшение качества продукции. Относительный показатель материалоемкости, содержания вредных примесей и т. п. рассчитывается по формуле (3), так как в этом случае улучшение качества продукции определяется уменьшением значения единичного показателя.

Формулы (2) и (3) справедливы при отсутствии ограничений в значениях единичных показателей качества продукции. При наличии таких ограничений, равных $P_{пр}$, относительные показатели q_i вычисляют по формуле

$$q_i = \frac{\rho_i - \rho_{iпр}}{\rho_{iб} - \rho_{iпр}}.$$

В результате оценки уровня качества продукции дифференциальным методом принимают следующие решения:

1. Уровень качества оцениваемой продукции выше или равен уровню базового образца, если все значения относительных показателей больше или равны единице.

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

3. В случаях, когда часть значений относительных показателей больше или равна единице, а часть – меньше единицы, следует применять комплексный или смешанный методы оценки уровня качества продукции.

Комплексный метод оценки уровня качества продукции основан на применении обобщенного показателя, представляющего собой функцию от единичных (групповых комплексных) показателей качества продукции.

Обобщенный показатель может быть выражен:

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

Во всех случаях, когда имеется необходимая информация, определяют главный показатель и устанавливают функциональную зависимость его от исходных показателей.

Главным показателем для шин, например, служит ходимость в километрах, для дизельных двигателей – моторесурс в часах, для металлорежущих станков – показатель их производительности, т. е. количество снятой стружки или число обработанных деталей за определенное время, для буровой установки – длина проходки в метрах, для автобуса – годовая производительность в человеко-километрах и т. п.

Пример 5. Главный показатель качества буровой установки, характеризуемый длиной проходки за срок службы L , м,

$$L = \frac{vT_{\text{cp}}T_o}{T_o + T_{\text{в}} + T_o K_{\text{проф}}}$$

где v – средняя скорость бурения, м/ч; T_{cp} – срок службы, ч; T_o – наработка на отказ, ч; $T_{\text{в}}$ – среднее время простоя за один отказ, ч; $K_{\text{проф}}$ – коэффициент, характеризующий долю времени, идущего на профилактику, на один час работы установки.

Пример 6. Главный показатель качества автобуса, характеризуемый его годовой производительностью W_n , чел.-км,

$$W_n = T_n v_{\text{э}} r_n \gamma_{\text{в}} \beta_{\text{п}} \cdot 365 \alpha_{\text{н}},$$

где T_n – средняя продолжительность нахождения автобуса в наряде, ч; $v_{\text{э}}$ – эксплуатационная скорость автобуса, км/ч; r_n – номинальная вместимость автобуса, чел.; $\gamma_{\text{в}}$ – коэффициент использования вместимости автобуса; $\beta_{\text{п}}$ – коэффициент использования пробега автобуса; $\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент использования парка автобуса.

При комплексной оценке качества продукции всегда следует стремиться определять такую зависимость комплексного показателя от исходных показателей, которая отражала бы физическую сущность рассматриваемого явления. В доменном процессе, например, установлено, что с изменением значений основных показателей качества кокса меняется производительность доменной печи в следующих соотношениях при увеличении:

– содержания серы в коксе S_c на 1 % производительность печи снижается на 20 %;

– зольности кокса A на 1 % производительность печи снижается на 2 %;

– дробимости кокса M_{40} на 1 % производительность печи повышается на 1,3 %;

– истираемости кокса M_{10} на 1 % производительность печи снижается на 3 %.

При этих условиях обобщенный показатель качества кокса, характеризующий изменение производительности доменной печи в зависимости от изменения значений основных показателей кокса ($Q_k - Q_{к.б}$) в процентах, может быть выражен с помощью среднего взвешенного арифметического показателя

$$(Q_k - Q_{к.б}) = m_1(S_c - S_{сб}) + m_2(A_c - A_{сб}) + m_3(M_{40} - M_{40б}) + m_4(M_{10} - M_{10б}),$$

где S_c – содержание серы в коксе, %; A_c – зольность кокса, %; M_{40} – показатель дробимости кокса, %; M_{10} – показатель истираемости кокса, %; m_1, m_2, m_3, m_4 – соответствующие коэффициенты весомости, равные изменению производительности доменной печи при увеличении значений основных показателей кокса на 1 %.

Пример 7. Оценить уровень качества кокса, значения основных показателей качества которого соответствуют требованиям ГОСТ 5.1261-72. За базовый образец принят применяемый в Англии в доменном процессе кокс фирмы Apple Frodingem.

Исходные данные для расчета обобщенного показателя качества приведены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели качества кокса	Значения показателей	Базовые значения показателей английского кокса	Коэффициент весомости
Содержание серы S_c	0,7	1,2	-20,0
Зольность A_c	11,0	9,8	-2,0
Показатели дробимости M_{40}	78,0	70,0	+1,3
Показатели истираемости M_{10}	8,0	9,8	-3,0

Уровень качества оцениваемого кокса определяется формулой

$$K_y = \frac{Q_k - Q_{к.б}}{Q_{к.б}}.$$

Таким образом,

$$K_y = \frac{-20,0(0,7 - 1,2) - 2,0(11,0 - 9,8) + 1,3(78,0 - 70,0) - 3,0(8,0 - 9,8)}{-20,0 \cdot 1,2 - 2,0 \cdot 9,8 + 1,3 \cdot 70,0 - 3,0 \cdot 9,8} = 1,3.$$

Полученный результат свидетельствует о том, что уровень качества оцениваемого кокса в 1,3 раза выше базового уровня.

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

При сроке службы продукции более одного года интегральный показатель $I(t)$ вычисляют по выражению

$$I(t) = \frac{\Pi_{\Sigma}}{З_c \varphi(t) + З_э} \quad (4)$$

или

$$I^{(1)}(t) = \frac{З_c \varphi(t) + З_э}{\Pi_{\Sigma}}, \quad (5)$$

где Π_{Σ} – суммарный полезный годовой эффект от эксплуатации или потребления продукции, выраженный в натуральных единицах: м, кг, шт. и т. д.

$З_c$ – суммарные капитальные (единовременные) затраты на создание продукции, руб.;

$З_э$ – суммарные эксплуатационные (текущие) затраты, относящиеся к одному году, руб.;

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

Коэффициент $\varphi(t)$ рассчитывают по формуле

$$\varphi(t) = \frac{E_n (1 + E_n)^{t-1}}{(1 - E_n)^{t-1}}, \quad (6)$$

где E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности, равный 0,15.

Расчет интегрального показателя по формулам (4) и (5) справедлив при допущениях:

– ежегодный эффект от эксплуатации или потребления продукции из года в год остается одинаковым;

- ежегодные экономические затраты также одинаковые;
 - срок службы составляет целое число лет.
- Значения $\varphi(t)$ до 24 лет приведены в табл. 3.

Таблица 3

t	$\varphi(t)$	t	$\varphi(t)$	t	$\varphi(t)$
1	1,000	9	0,181	17	0,144
2	0,539	10	0,174	18	0,142
3	0,381	11	0,166	19	0,140
4	0,301	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

При сроке службы продукции до одного года интегральный показатель вычисляют по формуле $I_1 = \frac{\Pi_{\Sigma}}{Z_c + Z_p}$.

Пример 8. Необходимо сравнить интегральные показатели двух специальных металлорежущих станков одинакового назначения. Исходные данные по формуле (4) приведены в табл. 4.

Таблица 4

Показатели	Значения показателей	
	нового станка	базового образца
Годовая производительность при отсутствии простоев из-за отказов, тыс. дет.	20	20
Время простоев из-за отказов, ч	3	6
Стоимость станка Z_c , тыс. руб.	200	150
Годовые затраты на ремонт, тыс. руб.	2	4
Прочие годовые эксплуатационные затраты, тыс. руб.	40	40
Срок службы t , лет	12	9

Производительность станков с учетом простоев из-за отказов составит:

- для нового $Q = 20 (1 - 0,03) = 19,4$ тыс. дет.;
- для базового $Q_6 = 20 (1 - 0,06) = 18,8$ тыс. дет.

По формуле (6) с помощью табл. 3 и 4 рассчитывают значения интегральных показателей, тыс. дет./руб.

$$I(12) = \frac{19,4}{200 \cdot 0,160 + 42} = 0,26;$$

$$I(9) = \frac{18,8}{150 \cdot 0,182 + 44} = 0,26.$$

Полученные результаты свидетельствуют о том, что уровень качества нового станка соответствует базовому.

Средние взвешенные показатели при комплексном методе оценки уровня качества продукции применяют в тех случаях, когда затруднительно определение главного показателя и установление его функциональной зависимости от исходных показателей качества продукции.

Средний взвешенный арифметический показатель вычисляют по формулам:

$$U = \sum_{i=1}^n m_{iU} P_i; \quad (7)$$

$$U(1) = \sum_{i=1}^n m_{iU} q_i. \quad (8)$$

Средний взвешенный геометрический показатель находят следующим образом:

$$V = \prod_{i=1}^n (P_i)^{m_{iV}}; \quad (9)$$

$$V = \prod_{i=1}^n (q_i)^{m_{iV}}. \quad (10)$$

В формулах (7) – (10): P_i – значение i -го показателя качества продукции; q_i – относительный i -й показатель качества продукции; m_{iU} – параметр весомости i -го показателя, входящий в средний взвешенный арифметический показатель; m_{iV} – параметр весомости i -го показателя, входящий в средний взвешенный геометрический показатель; n – число показателей качества продукции.

Параметры весомости m_{iU} , m_{iV} могут быть как размерными, например в формуле (7), так и безразмерными, например, в формулах (8), (9), (10). В том случае, когда параметры весомости удовлетворяют

условию $\sum_{i=1}^n m_i = 1$, они могут быть названы коэффициентами весомости.

Вид среднего взвешенного показателя и значения параметров (коэффициентов) весомости должны выбираться так, чтобы наилучшим образом соответствовать принятым целям управления, т. е. должно выполняться условие состоятельности – это соответствие выбранного обобщенного показателя целям управления качеством продукции.

Смешанный метод оценки уровня качества продукции основан на совместном применении единичных и комплексных (групповых) показателей.

Смешанный метод оценки уровня качества продукции применяют, когда:

– совокупность единичных показателей качества продукции является достаточно обширной и анализ значений каждого показателя дифференциальным методом не позволяет получить обобщающих выводов;

– комплексный показатель качества в комплексном методе недостаточно полно учитывает все существенные свойства продукции и не позволяет получить выводы относительно некоторых определенных групп свойств.

При смешанном методе оценки уровня качества продукции необходимо выполнить следующие действия:

а) часть единичных показателей объединяют в группы и для каждой определяют соответствующий комплексный (групповой) показатель. Отдельные, как правило, важные показатели допускается не объединять в группы, а применять их при дальнейшем анализе как единичные;

б) на основе полученной совокупности комплексных и единичных показателей оценивают уровень качества продукции дифференциальным методом.

Пример 9. Оценить смешанным методом уровень качества применяемого в угольной промышленности грохота ГЦЛ. Исходные данные для расчета приведены в табл. 5. Приведенные в таблице первые девять единичных показателей могут быть объединены в интегральный показатель по формуле

$$I = \frac{WT_{\text{ср}}K_{\text{и}}}{C_1 + C_2K_{\text{и}}T_{\text{о}} + C_3T_{\text{в}}}.$$

Расчет по этой формуле дает следующие значения интегральных показателей:

– для оцениваемого грохота $I_r = 152$ т/руб.;

– для базового образца $I_{r.б} = 128$ т/руб.

Для оценки технического уровня грохота смешанным методом берут только три относительных показателя.

Таблица 5

Наименование единичных показателей, размерность	Обозначение	Значения единичных показателей		Относительные показатели q
		грохота ГЦЛ	базового	
Производительность, т/ч	W	610	700	0,90
Срок службы до первого капитального ремонта, ч	T_{cp}	10,5	11,0	0,95
Наработка на отказ, ч	T_o	550	500	1,10
Среднее время восстанов- ления, ч	T_b	3,5	4,0	1,14
Количество отказов	P	12	14	1,17
Коэффициент техническо- го использования	$K_{и}$	0,981	0,990	0,99
Оптовая цена, руб.	C_1	3200	3500	1,13
Средняя стоимость одного часа эксплуатации, руб.	C_2	0,40	0,45	1,14
Средняя стоимость одного часа простоя из-за ремон- та, руб.	C_3	500	560	1,12
Отношение площади про- сеивающей поверхности к общей площади грохота	$K_{пл}$	0,9	0,8	1,12
Уровень шума, дБ (допу- стимый уровень шума $K_{ш.доп} = 90$ дБ)	$K_{ш}$	87	84	0,98

– относительный интегральный показатель $q_{Ip} = \frac{152}{128} = 1,19$;

– относительный показатель площади просеивающей поверхно-
сти $q_{K_{пл}} = 1,12$;

– относительный показатель уровня шума $q_{K_{ш}} = 0,98$.

Из полученных результатов видно, что технический уровень оцениваемого грохота выше базового, поскольку два из трех значений относительных показателей больше единицы, а третье значение относительного показателя (уровень шума), хотя и несколько меньше единицы, но не превышает допустимого значения.

Коэффициент «вето». Несмотря на все увеличивающийся поток публикаций по вопросам комплексной оценки качества, до сих пор можно наблюдать скептическое отношение к одной из основных идей, на которой основывается квалиметрия, – сведение воедино в рамках комплексного критерия качества разнообразных показателей, характеризующих отдельные свойства продукции.

Наиболее обоснованное и чаще всего выдвигаемое возражение против комплексного показателя качества сводится к следующему: неправильны предложения об использовании каких-либо «комплексных» или «обобщенных» оценок качества или некоторых показателей его, попытки перекрыть низкий уровень одних признаков качества более высоким уровнем других.

Эти соображения представляются вполне обоснованными. Действительно, в подавляющем большинстве методик комплексной оценки качества комплексный показатель качества K_0 подсчитывается как некоторая средняя величина из показателей отдельных свойств качества.

В этих условиях теоретически представляется вполне возможным случай, при котором один из абсолютных показателей P_i какого-то важного i -го свойства выйдет за пределы допустимого интервала $P_i^{\min} - P_i^{\max}$, и несмотря на это комплексный показатель качества K_0 останется достаточно высоким, что явно противоречит здравому смыслу. Как же обеспечить, чтобы комплексный показатель качества падал до нуля в тех случаях, когда показатель какого-либо из главных свойств качества выходит из допустимого интервала ($P_i^{\min} - P_i^{\max}$).

Однако имеет смысл предостеречь и против неоправданного преувеличения важности и трудности этой проблемы. В самом деле, в большинстве случаев при вычислении комплексной оценки качества можно задать условие типа

$K_0 = 0$ при $\{(P_i - P_i^{\min}) < 0 \text{ или } (P_i - P_i^{\max}) < 0\}$, для всех i ($i = 1, 2, \dots, n$).

Это условие сравнительно просто может быть реализовано как при ручном подсчете оценки K_0 , так и при машинном.

Однако многие авторы не соглашаются с такой трактовкой решения задачи. Существуют различные методики расчета комплексного показателя качества с обращением его в нуль, когда один из показателей K_i упадет до «0».

Наиболее приемлемым представляется решение, при котором обращение в нуль показателя не связывается с применением определенного вида средней величины, а обеспечивается введением в структуру формулы особой функции $\varphi(P_i)$:

$$K_0 = \varphi(P_i)K_0.$$

Эта функция при определенных условиях обращается в нуль, тем самым обращается в нуль и комплексный показатель качества K_0 . С такой регулирующей ролью функцию $\varphi(P_i)$ Ю. И. Иориш предложил назвать «**коэффициент вето**».

Существуют различные формулы для определения коэффициента вето. Наиболее приемлемым из них является выражение, предложенное Г. Г. Азгальдовым:

$$\varphi(P_i) = e^{-t}. \quad (11)$$

$$\text{Здесь } t = \left[\sum_{i=1}^n \left(P_i / P_i^{\max} c \right)^{2d} + \sum_{i=1}^n \left(P_i^{\min} / P_i b \right)^{2d} \right],$$

где c и b – положительные числа, немногим большие единицы (например, $c = 1,0001$); d – достаточно большое положительное число (например, $d = 20000$).

Нетрудно заметить, что как только значение P_i хотя бы одного из качеств выйдет за пределы допустимого интервала $P_i^{\min} - P_i^{\max}$ (что означает появление неравенства вида $P_i / P_i^{\max} > 1$ или $P_i^{\min} / P_i > 1$), функция $\varphi(P_i)$ сразу же падает почти до нуля, приближая к нулю и значение обобщенного показателя качества K_0' .

Однако среди отдельных свойств качества есть относительно маловажные свойства, даже полное отсутствие которых не должно приводить к падению до нуля обобщенного (комплексного) показателя качества K_0 . Это обстоятельство учитывается таким образом, что для подобного рода свойств нижний предел их значений (т. е. величина P_i^{\min}) применяется равным нулю, в связи с чем неравенство вида $P_i^{\min} / P_i > 1$ никогда не будет иметь место для этих свойств.

Если для всех i соблюдается условие $P_i / P_i^{\max} \leq 1$; $P_i^{\min} / P_i \leq 1$, то коэффициент вето равен единице, а комплексный показатель качества $K_0' = K_0$.

Таким образом, коэффициент вето, определяемый по формуле (11), лишен недостатков, свойственных другим методам.

5.4. Экспертные методы оценки уровня качества

Экспертные методы, применяемые для оценки уровня качества продукции, основаны на использовании обобщенного опыта и интуиции специалистов. Их следует применять, когда для определения значений единичных или комплексных показателей и для решения ряда других задач невозможно или затруднительно использовать более объективные методы, например измерительный или расчетный.

Экспертные методы применяют:

- при аттестации продукции;
- разработке классификации оцениваемой продукции;
- определении номенклатуры показателей качества оцениваемой продукции;
- определении коэффициентов весомости показателей качества продукции;
- оценке показателей качества продукции органолептическим методом;
- выборе базовых образцов и значений базовых показателей качества;
- определении комплексных показателей качества (обобщенных и групповых) на основе совокупности единичных и комплексных показателей.

Для оценки качества продукции с помощью экспертных методов создается экспертная комиссия, состоящая из экспертной и рабочей групп.

В экспертную группу включаются высококвалифицированные специалисты в области создания и функционирования оцениваемой продукции: исследователи, технологи, конструкторы, дизайнеры, товароведы и т. д.

Экспертная группа может формироваться из специалистов, работающих в одной или разных организациях. Для предупреждения необъективности оценки в состав экспертной группы не должны входить специалисты, имеющие отношение к созданию (проектированию) и изготовлению продукции. Число экспертов, входящих в группу, зависит от требуемой точности средних оценок, допустимой трудоемкости оценочных процедур, возможностей управления группой и возможностей организации, в которой формируется группа, выделить

достаточное количество специалистов. В экспертную группу должно входить не менее семи экспертов. При заочном опросе верхний предел количества опрашиваемых экспертов не ограничивается.

При проведении процедуры открытого обсуждения оценок целесообразно, чтобы в группу входило не более двадцати экспертов. Рабочая группа организует процедуру опроса, собирает анкеты, обрабатывает и анализирует экспертные оценки.

Желательно, чтобы для однотипной продукции экспертная комиссия формировалась как постоянно функционирующий орган с достаточно стабильным составом экспертов и членов рабочей группы. В процессе работы комиссии происходит обучение ее членов, выработка общих подходов и принципов на основе анализа результатов предыдущих экспертиз, что повышает эффективность работы экспертной комиссии. При необходимости в состав экспертной комиссии включаются дополнительно специалисты, участвующие в работе только при рассмотрении отдельных вопросов.

Перечень основных операций процесса экспертной оценки уровня качества продукции приведен на рис. 10.

1. Назначение лиц, ответственных за организацию работ по оценке качества
2. Формирование рабочей группы
3. Формирование экспертной группы
4. Разработка классификации продукции
5. Определение номенклатуры показателей качества продукции
6. Подготовка анкет и пояснительных записок для опросов экспертов
7. Опрос экспертов
8. Обработка экспертных оценок
9. Анализ результатов

Рис. 10. Операции экспертного метода

Экспертная группа может принимать решение на основе усреднения оценок, назначенных экспертами, или проводя голосование экспертов (метод «комиссий»). Необходимо проводить меры, направленные на уменьшение субъективности суждений, присущих экспертному методу. С этой целью проводится несколько туров опроса.

Опрос экспертов при усреднении оценок должен проводиться следующим образом: эксперты фиксируют в анкетах свои суждения, затем после короткого публичного обсуждения вновь заполняют анкеты независимо друг от друга. Общее количество опросов (туров) в значительной степени зависит от сложности решаемой задачи, важности решений, принимаемых на основании суждений экспертов, а также их компетентности. В большинстве случаев достаточно провести один – два тура опроса. Метод «комиссий» можно использовать при аттестации продукции, при выборе лучшего образца, а также в случаях, когда согласованность оценок, назначенных экспертами, недопустимо низка.

Решение считается принятым экспертной группой, когда за него подано не менее $2/3$ голосов экспертов.

При экспертном методе широко применяются балльные оценки. По способам определения балльные оценки делятся на непосредственно назначаемые экспертами и получаемые в результате формализации процесса оценки. Формализация может быть эвристической и экспериментальной.

Непосредственное назначение балльных оценок производится экспертами независимо друг от друга или в процессе обсуждения. Количество баллов в оценочной шкале может быть различно. Так, для оценки показателей применяются пятибалльная, семибалльная и другие шкалы. Пример пятибалльной шкалы.

Оценка		Количество баллов
Отлично	–	5
Хорошо	–	4
Вполне удовлетворительно	–	3
Удовлетворительно	–	2
Плохо	–	1

Пример семибалльной шкалы:

Оценка	Количество баллов
Качество очень высокое	7
Качество высокое	6
Качество выше среднего	5
Качество среднее	4
Качество ниже среднего	3
Качество низкое	2
Качество очень низкое	1

Эвристическая формализация заключается в определении экспертами зависимости между значениями показателей и оценками в баллах. На основании этого строится график или разрабатывается формула, которая позволяет проводить оценку без помощи эксперта. Так, на основе обработки оценок экспертов на рис. 11 построена кривая оценок (в шкале $0 \div 1$) в зависимости от значений среднего суточного хода часов (при опережении).

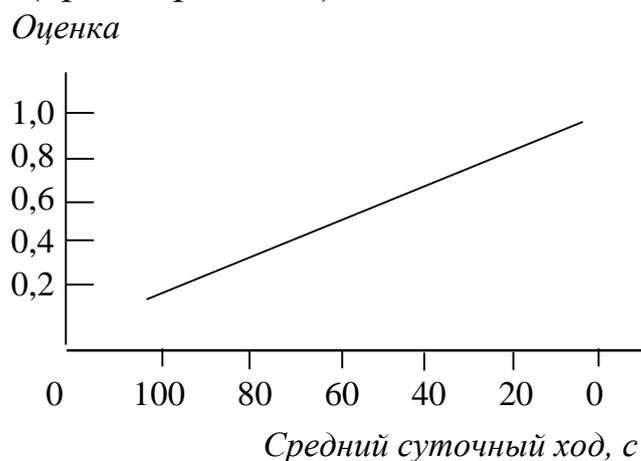


Рис. 11. Зависимость оценок экспертов от среднего суточного хода часов

При экспериментальной формализации зависимость между значениями показателей и их балльными оценками определяется в результате эксперимента. Методы, основанные на экспериментальной формализации, являются наиболее объективными.

Разновидностью экспертных методов можно назвать органолептический метод, основанный на определении значений показателей

качества с помощью органов чувств (зрения, слуха, обоняния, осязания, вкуса) без применения технических измерительных средств. С помощью органолептического метода можно учитывать как интенсивность, так и желательность ощущений при оценке показателей качества продукции.

Точность определения значений показателей качества органолептическим методом зависит от квалификации и способностей экспертов, производящих оценку, а также от метода статистической обработки полученных результатов.

Обычно органолептическим методом определяют оценки показателей в баллах (шкала желательности) без предварительного определения их значений. Так, для оценки качества мяса и мясопродуктов используется девятибалльная шкала с качественным описанием каждого балла, например, внешний вид продукции оценивается следующим образом:

– очень красивый	–	9
– красивый	–	8
– хороший	–	7
– хороший, но недостаточный	–	6
– средний	–	5
– немного нежелательный	–	4
– нежелательный	–	3
– плохой	–	2
– очень плохой	–	1

В некоторых случаях оценке показателей предшествует качественное описание выраженности показателей, т. е. его измерение в шкале интенсивности, например:

- выражен очень сильно;
- сильно;
- умеренно;
- очень мало;
- совсем не выражен.

Предпочтение целесообразно отдавать комбинированной системе оценки, включающей шкалу интенсивности и желательности. Например, пятибалльная оценка запаха пищевых гастрономических продуктов по комбинированной системе выглядит следующим образом (табл. 6):

Таблица 6

Система оценки	Баллы				
	5	4	3	2	1
Интенсивность	Очень ярко выражен	Ярко выражен	Слабо выражен	Ощущаемый	Неощущаемый
Желательность	Высоко желательный	Желательный	Нейтральный	Средне нежелательный	Высоко нежелательный

Для органолептической оценки уровня качества продукции используются различные шкалы, например, для вина – 10-балльная, для тканей – 40-балльная, для сыра – 100-балльная и т. п.

С помощью органолептического метода определяют в баллах такие показатели качества, как вкус, цвет, запах, форма и др. Обычно число баллов в назначении шкалы (5-балльная, 7-балльная и т. д.) характеризует число градаций. В данном случае она определяет суммарное количество баллов, приходящихся на все показатели. Такие шкалы широко используются в легкой и пищевой промышленности. Однако с целью перехода на единую систему оценки уровня качества всех видов продукции целесообразно использовать стобалльную шкалу. Ее следует применять как для оценки отдельных показателей качества продукции, так и для комплексной оценки.

Достоверность экспертных оценок уровня качества в значительной степени зависит от совершенства процедур опроса экспертов, обработки и анализа результатов, тщательности проработки анкет и пояснительных записок.

Экспертное оценивание продукции осуществляется в четыре этапа:

1. Подготовительный. Осуществляется формулирование целей оценки и формирование экспертной и рабочей групп, цели оценивания качества продукции, формулируется лицо, принимающее решение (ЛПР). ЛПР – это руководитель работы, эффективность которой зависит от результата оценивания качества (главный инженер, менеджер по продажам или др.)

2. Выбираются методы, способы и процедуры оценивания рабочей группой, которая учитывает особенности оцениваемой продукции, установленные сроки выполнения работы, ее трудоемкость, области возможного использования полученных результатов.

3. Члены экспертной группы выражают свое суждение в соответствии с установленными на втором этапе методами, способами и процедурами.

4. Проводится обработка экспертных суждений и оформляется экспертное заключение о качестве продукции.

Эксперт должен обладать компетентностью, заинтересованностью, деловитостью, объективностью. Компетентность эксперта означает знания по оцениваемой продукции и методологии оценивания. Заинтересованность эксперта в участии и работе экспертной комиссии зависит от индивидуальных особенностей, загруженности основной работой и от возможности использования ее результатов в своей практической деятельности. Деловитость – собранность, оперативность в работе и обоснованность суждений. Объективность – возможность вынесения экспертом непредвзятых суждений. Необъективность эксперта – завышение или занижение значений показателей свойств продукции по причинам, не имеющим отношение к ее качеству.

Экспертный метод применяется для измерения показателей качества и определения значений весовых коэффициентов.

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

- экспертная оценка должна производиться только в том случае, когда нельзя использовать для решения вопроса более объективные методы;

- в работе экспертной комиссии не должно быть факторов, влияющих на искренность суждений экспертов;

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

- эксперты должны быть компетентны в решаемых вопросах;

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

Исходная численность экспертной группы составляет обычно не менее 7 человек. В отдельных случаях она достигает 15 – 20 экспертов (массовый опрос проводится, как правило, только при социологических исследованиях).

Ранжирование заключается в расстановке объектов измерений или показателей в порядке их предпочтения, по важности или весо-мости. Место, занятое при такой расстановке, называется рангом. Чем выше ранг, тем предпочтительней объект, весомее, важнее пока-затель.

Под экспертными оценками понимают эвристические оценки, основанные на опыте и интуиции эксперта. Широкое распростране-ние метода было обусловлено сложностью и многофакторностью экономических измерений.

Выделяют два уровня использования экспертных оценок – ко-личественный и качественный. На количественном уровне эксперты выражают свое мнение о тенденции изменения показателей, а на ка-чественном – составляют прогноз вероятных результатов.

Различают индивидуальные и групповые экспертные оценки. Групповые оценки снижают риск субъективности, так как результат оценки тесно связан с личностью эксперта.

При отборе экспертов необходимо провести их оценку при по-мощи тестирования, самооценки или взаимной оценки экспертами друг друга. По результатам оценки можно рассчитать «весовой коэф-фициент» значимости оценки каждого эксперта. Значение его будет прямо пропорционально степени компетентности эксперта.

Важной характеристикой качества результата экспертизы счи-тают согласованность мнения экспертов, которую оценивают по ве-личине коэффициента конкордации Кендалла,

$$W = 12S / (m^2(n^3 - n)),$$

где S – сумма квадратов отклонений всех оценок рангов каждого объ-екта экспертизы от среднего арифметического; m – число объектов экспертизы; n – число экспертов.

Коэффициент конкордации изменяется в диапазоне от 0 до 1, причем 1 соответствует полной согласованности мнений экспертов.

Различают следующие методы экспертных оценок:

1. *Попарное сравнение.* В этом случае эксперту предлагается сравнить объекты исследования по принципу «лучше или хуже» и по-строить ранжированный ряд. При выполнении оценки эксперт срав-

нивает пары объектов, отдавая предпочтение одному из них. Предпочтение обозначается 1, в противном случае – 0. Результаты сводятся в приведенную выше табл. 7.

Таблица 7

Номер объекта	1	2	3	4	5	6	Итоги
1	X	1	0	1	1	1	4
2	0	X	0	1	1	1	4
3	1	1	X	1	1	1	5
4	0	0	0	X	0	0	0
5	0	0	0	1	X	0	1
6	0	0	0	1	1	X	2

В первой строке оценивается объект 1 по сравнению с объектами 2, 3, 4, 5, 6. Видно, что объект 1 предпочтительнее, чем объекты 2, 4, 5 и 6, но проигрывает объекту 3.

Сумма баллов по строке показывает общую оценку объекта и позволяет ранжировать их по степени предпочтительности. В приведенном примере объекты 1 и 2 получают равные оценки, самым лучшим является объект 3, самым неудачным – объект 5.

2. *Метод интервью.* Заключается в том, что эксперт высказывает свое мнение в виде ответов на вопросы другого эксперта. Результаты в данном случае в большей степени зависят от интуиции эксперта, так как времени на размышление отводится очень мало.

3. *Метод «Делфи».* Предполагает проведение экспертизы в несколько этапов и работу нескольких изолированных групп экспертов. На первом этапе каждая группа экспертов высказывает свое мнение, затем все оценки анализируются. Из предложенных оценок выбираются крайние значения, которые вновь подвергаются уже совместной экспертизе. Обычно требуемый уровень согласованности достигается на втором этапе, но при необходимости анализ крайних оценок можно повторить.

4. *Метод «мозговой атаки».* Сущность метода заключается также в изолированной работе как минимум двух групп экспертов. После того как каждая группа вынесет заключение, результаты экспертизы передают второй группе, которая пытается высказать обос-

нованные критические замечания по прогнозу коллег. В результате дебатов составляется согласованное мнение.

5. *Метод «635»*. Так же, как и метод интервью, полагается более на интуицию экспертов. Группе из шести экспертов (6) за три минуты (3) предлагается высказать пять вариантов развития ситуации (5) (отсюда и название метода, хотя количество экспертов, время и количество версий могут варьироваться). Те варианты, которые встречаются у всех (или у большинства) экспертов, принимаются за основу.

6. *Имитационное моделирование*. Один из самых «творческих» методов экспертных оценок. Заключается в построении так называемого «дерева решений». Пытаясь предположить развитие ситуации, эксперты на каждом шаге пытаются предугадать все возможные последствия именно такого варианта.

5.5. Качество труда

Качество труда – одна из важнейших категорий, которая влияет на объемы выпуска продукции. Оценка качества труда на предприятии – процесс субъективный, он позволяет дать вполне объективную оценку личностным и деловым качествам работников, особенно в том случае, если это происходит на научной основе.

Оценка качества труда – это сравнительная оценка, которая представляет собой сопоставление характеристик живого труда, взятого за эталон. Сравнительная оценка способствует развитию как профессиональных, так и личностных качеств работника, которые необходимы не только конкретному работнику для эффективного труда на данном рабочем месте, но и желательны для достижения трудовых целей коллектива.

В условиях развития производства и трудовых отношений постоянно возрастают требования к качеству рабочей силы, особенно с точки зрения научного подхода к организации труда.

Требования к рабочей силе касаются профессиональных, квалификационных и деловых качеств, которые и определяют степень пригодности работника к данному виду труда. Таким образом, *оценка качества труда предполагает систематическое и тщательное изучение качественного состава рабочей силы с целью его постоянного*

развития путем обновления, перемещения и повышения квалификации. Поэтому в экономически развитых странах оценке качества труда уделяется большое внимание на предприятиях. Эта работа рассматривается как составная часть процесса совершенствования организации труда и управления. Оценка качества труда получила свое начало на предприятиях США и была названа «оценка по заслугам». Затем ее применение стало повсеместным в других странах.

В России оценка качества труда применяется в основном как средство стимулирования труда, например, в распределении коллективной текущей премии между работниками или при расчете сдельного приработка. Коэффициент трудовой эффективности рассчитывается с помощью повышающих и понижающих значений соответствующих коэффициентов. Так, повышающими значениями трудовой эффективности могут быть:

- увеличение объема работы за счет роста производительности труда;
- работа с использованием обоснованных норм труда;
- получение призовых мест на смотрах и конкурсах по совершенствованию организации труда;
- внедрение рацпредложений;
- участие в движении наставничества и др.

Понижающими значениями трудовой эффективности считаются:

- некачественное выполнение профессиональных обязанностей;
- низкое санитарное состояние рабочего места;
- нарушение сроков выполнения заданий;
- производство некачественной продукции;
- небрежное отношение к оборудованию;
- нарушение трудовой дисциплины и др.

Показатели качества труда. Выбор и обоснование критериев оценки по заслугам

Каждое предприятие и его подразделения разрабатывают свои показатели качества труда в соответствии с особенностями вида трудовой деятельности. Каждый показатель имеет количественную оценку, выраженную в баллах или в коэффициентах. За единицу принимается нормальное значение качества труда. Руководитель подразделе-

ния на основе имеющегося перечня повышающих и понижающих значений коэффициента качества труда ежедневно ведет их фактический учет, что отражается в экране качества труда. По прошествии месяца эти оценки обобщаются и рассматриваются на общем собрании коллектива. Протокол собрания с утвержденными оценками представляется экономисту (бухгалтеру) для учета при начислении заработной платы.

Как правило, при построении системы оценки качества труда используют небольшое количество показателей – от 4 до 15. Применение большого числа показателей мешает учету и усложняет их восприятие. Показатели системы оценки качества труда (критерии) должны легко определяться и быть универсальными, т. е. присущими большинству работников. Но при этом важно, чтобы они были характерны для данного вида работ. Имеются и *типовые критерии*, которые применяют большинство фирм. Это мастерство и инициативность, ритмичность в работе, стабильно высокая интенсивность труда, владение смежными профессиями, участие в изобретательской и рационализаторской работе и т. п. Следует отметить также такие критерии, как приспособляемость, сотрудничество, надежность, бережливость, сообразительность, отношение к оборудованию и средствам труда, знание дела, соблюдение техники безопасности. Выбор и обоснование критериев оценки по заслугам происходит на основе методов психологии и физиологии труда, математической статистики и ряда других.

Оценка по заслугам в целях материального стимулирования на предприятии, как правило, применяется на основе статистического взвешивания показателей, характеризующих личностные качества и объединения их в группы. Таких групп несколько, в каждой определен удельный вес в процентах в пределах 100. Например:

- качество работы 25;
- выработка 20;
- профессиональные знания 20;
- приспособляемость 15;
- надежность 10;
- отношение к работе 10.

В случае применения оценки по заслугам в качестве средства дополнительного премирования используется балльная оценка уровня качества труда. Для различных оценок уровня качества труда предусмотрено определенное количество баллов:

- отлично 341 – 400;
- хорошо 281 – 340;
- удовлетворительно 221 – 280;
- плохо 161 – 220;
- неудовлетворительно 100 – 160.

В соответствии с суммой полученных баллов работнику устанавливается надбавка к основной заработной плате. Работнику, получившему 281 – 300 баллов, устанавливается надбавка в размере 5 % от основного заработка, 301 – 320 баллов – 10 % и т. д.

В настоящее время возможности применения метода оценки качества труда значительно расширены. Попытки учесть качественные стороны процесса труда принимают все более распространенный характер. Так, оценка качества труда применяется не только для развития и стимулирования уже нанятых работников, но и при отборе претендентов на рабочее место, т. е. в процессе собеседования и тестирования.

К понятию «качество труда» применяют двусторонний подход. С одной стороны, это обобщенная характеристика квалификационной сложности труда в целях построения тарифной системы оплаты труда, с другой – результативность труда с точки зрения экономических затрат.

К внутренним основаниям необходимости контроля качества труда работников относятся увеличение времени обслуживания и простоя оборудования и повышение процента брака.

Внешняя причина заключается в неудовлетворенности потребителя.

Анализ качества труда основывается на результатах, полученных в ходе контроля систем менеджмента качества, на их соответствии требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования». Стандарт нацелен на повышение удовлетворенности потребителей посредством эффективного применения системы менеджмента качества, включая процессы постоянного ее

улучшения. Иные стандарты ориентируют менеджмент качества на удовлетворение потребностей всех заинтересованных сторон, что приводит к успеху хозяйства в целом.

Главным во внедрении менеджмента качества труда как социальной составляющей всеобщего управления качеством (TQM) считается необходимость совпадения целей сотрудников с целями предприятия, когда сотрудники понимают, что за качество отвечают все. Для этого применяются различные факторы мотивации.

Внешние мотивы:

- стабильная работа;
- контрактные условия;
- карьера;
- размер заработной платы;
- надбавки, премии и штрафы.

К внутренним мотивам относятся:

- оценка коллег и руководства;
- самооценка и самовыражение;
- стремление к ответственности.

Однако основной проблемой современных предприятий является незаинтересованность всех сторон и не востребованность интеллектуальных ресурсов. По этим причинам необходимо стимулирование персонала; определение соответствия интеллектуальных способностей должностным обязанностям; продвижение персонала.

Основными принципами современного качества труда можно назвать:

- осознание сотрудниками необходимости качественно трудиться;
- принятие научно обоснованных решений на основе анализа полной информации;
- делегирование полномочий компетентным и ответственным работникам;
- всеобщее и постоянное обучение;
- ответственный менеджмент.

Повышение качества труда – одна из основных проблем промышленных предприятий и организаций, которую необходимо решать совместными усилиями.

5.6. Оценка качества проекта

Качество проекта – целостная совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворять установленные или предполагаемые потребности. Управление качеством проекта включает следующие процессы, обеспечивающие выполнение проекта. Планирование качества – определение стандартов качества, применимых к проекту, и мер, необходимых для их достижения. Обеспечение качества – регулярная оценка общего хода выполнения проекта для обеспечения соответствия принятым стандартам качества.

Контроль качества – контроль результатов проекта для определения их соответствия принятым стандартам качества и устранения причин неудовлетворительного выполнения. Современная концепция менеджмента качества имеет в своей основе следующие основополагающие принципы: качество является неотъемлемым элементом проекта в целом, а не некой самостоятельной функцией управления; качество рассматривается с позиции потребителя, т. е. оно должно соответствовать требованиям потребителя, а не изготовителя; ответственность за качество должна быть адресной; внедрение новых технологий – необходимое условие для реального повышения качества; повышения качества можно добиться только совместными усилиями всех работников предприятия; контроль рабочего процесса – контролировать процесс всегда эффективнее, чем результат (продукцию); политика в области качества должна быть составляющей общей политики предприятия.

Качество проекта – совокупность атрибутов качественного и количественного характера, зависящих от соответствующих характеристик продукции, деятельности и услуг по проекту. Качество рассматривается в разрезе стратегий, планов, процедур, проектных решений, материально-технического обеспечения и объединяется системой поддержки качества в рамках так называемого всеобщего управления качеством.

Планирование качества включает определение стандартов качества, относящихся к проекту, и путей их достижения. Оно неразрывно связано с планированием других областей проекта (стоимости, рисков, сроков). Команда проекта должна знать один из фундаментальных принципов управления качеством – качество планируется, а не подвергается проверке. Принято различать четыре ключевых ас-

пекта качества. Первый аспект качества – это соответствие продукции рыночным потребностям и ожиданиям, он достигается благодаря точному анализу возможностей рынка, а также эффективному определению и актуализации потребностей и ожиданий потребителя в целях их удовлетворения. Второй аспект качества – наличие четких планов – осуществляется благодаря тщательной разработке и планированию проекта и его продукции. Третий аспект – контроль обеспечения качества соответствия реализации проекта его плановой документации и разработанным характеристикам продукции проекта для потребителей и других заинтересованных лиц. Четвертый аспект – обеспеченность ресурсами – достигается благодаря должному материально-техническому обеспечению.

Глава 6. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

6.1. Теоретическая часть

Контроль – это действия, включающие проведение испытаний, проверок, измерений одной или нескольких характеристик продукции или услуги и их сравнение с установленными требованиями с целью определения соответствия.

Существует много видов контроля, которые можно классифицировать по различным критериям:

1. В зависимости от возможности использования проконтролированной продукции различают разрушающий и неразрушающий контроль.

2. В зависимости от объема контроля различают:

– сплошной контроль, при котором контролируются все единицы продукции;

– выборочный контроль, когда контролируется относительно небольшое количество единиц продукции из совокупности, к которой она принадлежит. Выборочный контроль, процедуры и правила которого основаны на законах теории вероятности и математической статистики, называется статистическим контролем качества продукции.

3. В зависимости от места контроля в процессе изготовления продукции различают:

– входной контроль сырья, материалов, комплектующих изделий;

- операционный контроль;
 - контроль готовой продукции, иногда называемый финишным.
- К этим видам контроля примыкает инспекционный и летучий.

Инспекционный контроль – это контроль уже проконтролированной продукции, из которой удален обнаруженный брак. Его осуществляют при необходимости проверки качества работы отдела технического контроля. В особых случаях инспекционный контроль выполняется представителями заказчика для повышения ответственности контролирующего органа предприятия.

Летучий контроль осуществляется внезапно, в незапланированные ранее моменты времени и считается разновидностью инспекционного контроля.

4. В зависимости от контролируемого параметра различают контроль по количественному, качественному и альтернативному признакам.

При контроле по количественному признаку определяются численные значения одного или нескольких показателей, которые сравниваются с нормативными значениями.

При контроле по качественному признаку каждую проверенную единицу продукции относят к определенной группе, а решение принимается в зависимости от того, сколько изделий попало в каждую группу. Частным случаем является контроль по альтернативному признаку, когда таких групп две: изделия годные и дефектные.

5. В зависимости от характера продукции контроль может быть контролем партий штучной продукции и контролем непрерывной продукции (жидкой, сыпучей).

Под статистическим контролем качества понимается такой, при котором проверяются не все изделия изготовленной партии, а только выборка из нее. При этом по результатам контроля судят о качестве всей партии.

Различают два вида статистического контроля: контроль по качественному признаку, наиболее распространенным частным случаем которого является контроль по альтернативному признаку, и контроль по количественному признаку.

Основная характеристика качества партии при контроле по альтернативному признаку – это доля дефектных изделий в партии $q = \frac{M}{N}$, где M – число дефектных изделий в партии; N – объем партии.

При проверке выборки объема n выявляется m дефектных изделий. По величине m принимают решение о приемке или браковке партии.

Доля дефектных единиц продукции – отношение числа дефектных единиц продукции в партии.

Уровень дефектности – доля дефектных единиц продукции или число дефектных на сто единиц продукции.

Приемочное число – контрольный норматив, служащий критерием для приемки партии продукции, равный максимальному числу дефектных единиц (дефектов) в выборке или пробе в случае статистического приемочного контроля.

Браковочное число – контрольный норматив, выступающий критерием для забракования партии продукции, равный минимальному числу дефектных единиц (дефектов) в выборке или пробе в случае статистического приемочного контроля.

Оперативная характеристика плана статистического приемочного контроля, выраженная уравнением, графиком или таблицей и обусловленная определенным планом контроля, – зависимость вероятности приемки от величины, характеризующей качество этой продукции.

Риск поставщика – вероятность забракования партии продукции, обладающей приемочным уровнем дефектности.

Риск потребителя – вероятность приемки партии продукции, обладающей браковочным уровнем дефектности.

Одноступенчатый контроль (нормальный) – статистический приемочный контроль, характеризующийся тем, что решение относительно приемки партии продукции принимают по результатам контроля только одной выборки или пробы.

Ослабленный контроль – статистический приемочный контроль, применяемый в том случае, когда результат контроля заданного числа предыдущих партий продукции дает достаточное основание для заключения о том, что действительный уровень дефектности ниже приемочного, и характеризующийся меньшим объемом выборки, чем при нормальном контроле.

Усиленный контроль – статистический приемочный контроль, применяемый в том случае, когда результаты контроля заданного числа предыдущих партий продукции дают достаточное основание для заключения о том, что действительный уровень дефектности выше приемочного, и характеризующийся более строгими контрольными нормативами, чем при нормальном контроле.

6.2. Принципы выбора плана контроля

Для разработки правил контроля должны быть установлены:

- контролируемые свойства продукции;
- виды дефектов;
- приемочный уровень дефектности (*AQL*) для отдельных свойств или для групп свойств и способ его определения;
- уровень контроля;
- тип плана контроля;
- объем партии;
- план контроля по соответствующей таблице планов.

6.2.1. Виды дефектов и дефектные изделия

Различают три вида дефектов: критические, значительные и малозначительные.

В соответствии с видами дефектов различают три вида дефектных изделий:

- с критическим дефектом – изделие, имеющее хотя бы один критический дефект;
- со значительным дефектом – изделие, имеющее один или несколько значительных дефектов, но не имеющее критических дефектов;
- с малозначительным дефектом – изделие, имеющее один или несколько дефектов малозначительных по отдельности и в совокупности, но не имеющее значительных и критических дефектов.

Приемочный уровень дефектности *AQL*

Уровень дефектности может быть выражен процентом дефектных единиц

$$\frac{\text{Число дефектных единиц}}{\text{Число проверяемых единиц}} 100 \%$$

или числом дефектов на 100 единиц продукции

$$\frac{\text{Число дефектов}}{100} .$$

При известном значении *AQL* для параметра или группы параметров большинство проверяемых партий на основе избранного плана выборочного контроля будет принято, если средняя доля дефектности этих партий будет не больше, чем *AQL*.

AQL не определяет уровень дефектности в отдельных партиях и поэтому не гарантирует выполнение требований потребителя в каждой отдельной партии, но гарантирует их выполнение в среднем для последовательности партий.

Чтобы определить риск потребителя при отдельных приемках на основании определенного плана выборочного контроля, следует использовать оперативную характеристику плана или в обоснованных случаях вычислить предел среднего выходного уровня дефектности *AQL*.

6.2.2. Уровень контроля

Принято семь уровней контроля (табл. 8):

I, II, III – общие;

S-1; S-2; S-3; S-4 – специальные.

Таблица 8

Объем партии	Код объема выборки при уровне контроля						
	специальном				общем		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 – 8	A	A	A	A	A	A	B
9 – 15	A	A	A	A	A	B	C
16 – 25	A	A	B	B	B	C	D
26 – 50	A	B	B	C	C	D	E
51 – 90	B	B	C	C	C	E	F
91 – 150	B	B	C	D	D	F	G
151 – 280	B	C	D	E	E	G	H
281 – 500	B	C	D	E	F	H	J
501 – 1200	C	C	E	F	G	J	K
1201 – 3200	C	D	E	G	H	K	L
3201 – 10000	C	D	F	G	J	L	M
10001 – 35000	C	D	F	H	K	M	N
35001 – 150000	D	E	G	J	L	N	P
150001 – 500000	D	E	G	J	M	P	Q
500001 и выше	D	E	H	K	N	Q	R

Основным для применения будет уровень контроля II.

Уровень III применяют, если применение уровня I или II необоснованно из-за стоимости контроля или принятие партии продукции с долей дефектных единиц больше *AQL* не вызывает существенных потерь.

Специальные уровни S-1, S-2, S-3, S-4 используют, если необходимы малые выборки (например, в случае проведения разрушающих испытаний), а принятие значительного риска является обоснованным. Уровень контроля должен быть определен для отдельных групп изделий заинтересованными сторонами (поставщик – потребитель) или установлен в соответствующей нормативно-технической документации.

6.2.3. Типы планов контроля

Различают следующие типы планов контроля: одноступенчатые, двухступенчатые, многоступенчатые и последовательные.

Одноступенчатые планы характеризуются наибольшим объемом выборки, их следует применять в случаях, когда стоимость контроля изделия небольшая, продолжительность контроля слишком длительная, и партия не может быть задержана до момента окончания контроля.

Двухступенчатые планы характеризуются промежуточным объемом выборки (меньшим, чем в одноступенчатых планах, и большим, чем в многоступенчатых). Эти планы следует применять в том случае, если нельзя применять одноступенчатые планы из-за большого объема выборки и многоступенчатые планы из-за большой продолжительности.

Многоступенчатые планы характеризуются наименьшим ожидаемым числом контролируемых изделий в данном плане контроля. Эти планы следует применять в случае, если время, необходимое для отбора и контроля единиц продукции, небольшое, а стоимость испытания высокая.

Планы последовательного контроля рекомендуется применять, когда по экономическим и техническим соображениям необходим контроль небольших выборок и многократный случайный отбор выборки, состоящей из одной единицы продукции, не является затруднительным, а стоимость отбора небольшая.

6.2.4. Виды контроля

Различают нормальный, усиленный и ослабленный контроль.

Нормальный контроль – основной вид контроля – проводится во всех случаях (если не оговорено применение другого вида контроля) до тех пор, пока не возникнут условия перехода на усиленный или ослабленный контроль (рис. 12).

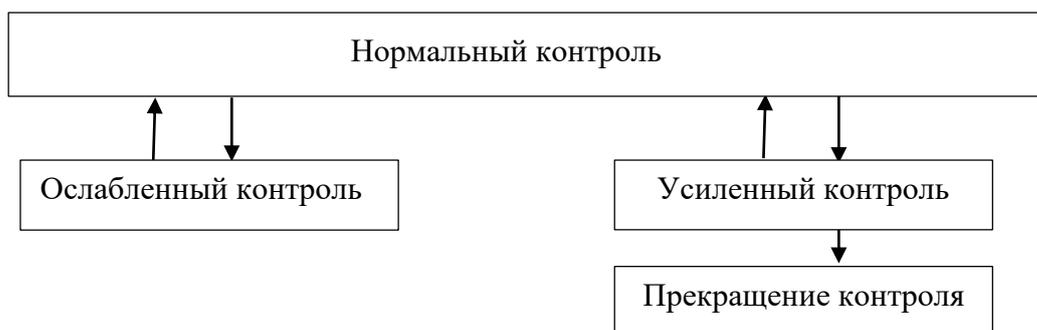


Рис. 12. Переход с нормального контроля на усиленный

Если в ходе нормального контроля две из пяти последовательных партий будут забракованы, переходят на усиленный контроль. Партии, возвращенные для контроля после их забракования при первом предъявлении, не учитывают.

Если десять очередных партий (или другое количество партий, установленное компетентным органом) контролируется по правилам усиленного контроля, следует прекратить приемку и принять меры для улучшения качества контролируемой продукции.

Переход с усиленного контроля на нормальный

Если при усиленном контроле пять очередных партий будет принято, переходят на нормальный контроль.

Переход с нормального на ослабленный контроль

С нормального на ослабленный контроль переходят, если выполнены следующие условия:

- при нормальном контроле не менее десяти последовательных партий были приняты;
- общее число дефектных изделий, выявленных при контроле последних десяти партий, не превышает предельное число дефектных изделий;
- технологический процесс стабилен и выпуск продукции ритмичен.

Переход с ослабленного контроля на нормальный

С ослабленного на нормальный контроль переходят, если выполняется хотя бы одно из следующих условий:

- очередная партия забракована при первом предъявлении;
- нет оснований ни для принятия, ни для забракования партии, в таком случае партию следует принять, но, начиная со следующей, применять нормальный контроль;
- изменение технологии или условий производства;

- нарушены стабильность технологического процесса или ритмичный выпуск продукции;
- другие условия требуют возвращения нормального контроля.

6.2.5. Оперативная характеристика

Оперативная характеристика показывает вероятность принятия партии в зависимости от действительной доли дефектных единиц продукции этой партии. Её следует учитывать при выборе плана контроля, особенно в случае, когда важным является риск потребителя и поставщика во время отдельных приемок.

План контроля определяют следующие величины:

- приемочный уровень дефектности AQL (см. п. 6.2);
- браковочный уровень дефектности LQ ;
- предел среднего выходного уровня дефектности $AOQL$;
- средний выходной уровень дефектности AOQ ;
- приемочное число A_c ;
- браковочное число R_e .

Сравнение планов контроля

Средний объем выборки двухступенчатого плана будет меньше объема выборки одноступенчатого плана, если средний объем выборки многоступенчатого плана будет меньше среднего объема выборки двухступенчатого.

6.2.6. Способы отбора выборок

Выборки для контроля следует отбирать случайно во время комплектования партии или после комплектации всех единиц, представляющих собой партию.

При двухступенчатых, многоступенчатых и последовательных планах контроля выборки по отдельным ступеням должны отбираться от всей партии. Представленные для контроля партии должны быть однородными. Неоднородные партии перед отбором выборок следует разделить на подгруппы, составленные из однородной продукции.

Различают следующие виды планов контроля:

1. Одноступенчатые планы.

Для определения соответствия партии продукции установленным требованиям следует:

- отобрать случайным образом выборку продукции объемом, указанным в принятом плане контроля;
- проверить каждое изделие в выборке на соответствие установленным требованиям и выявить изделия с дефектами;
- сравнить найденное число дефектных единиц в выборке с приемочным числом;
- считать партию продукции соответствующей установленным требованиям, если найденное число дефектных единиц в выборке z меньше или равно приемочному числу A_c для данного плана контроля;
- считать партию не соответствующей установленным требованиям, если число дефектных единиц z в выборке равно или больше браковочного числа R_e для данного плана контроля.

Ход действия при применении одноступенчатых планов контроля приведен на рис. 13.

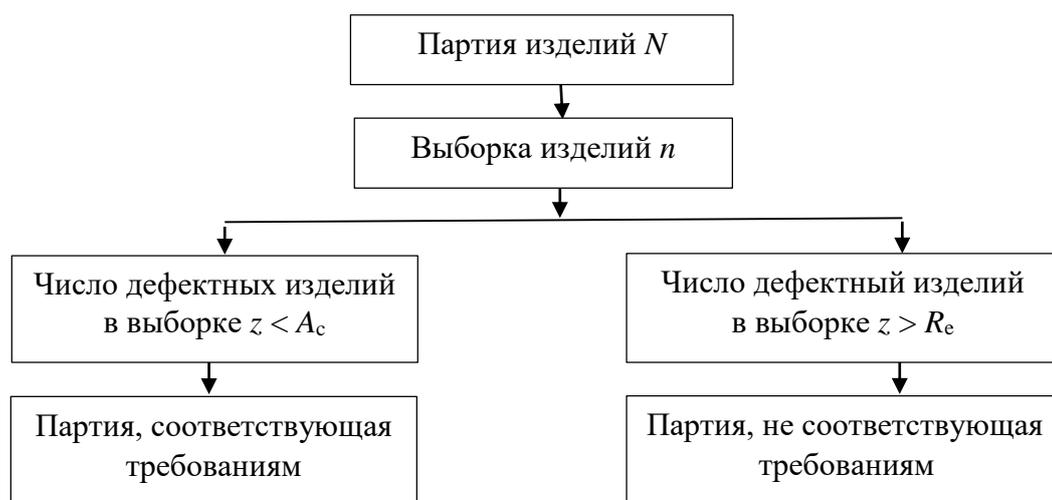


Рис. 13. Схема одноступенчатого плана контроля

2. Двухступенчатые планы.

Для определения соответствия партии продукции установленным требованиям следует:

- отобрать случайным образом выборку объемом, указанным для первой ступени плана контроля;
- проверить каждое изделие в выборке на соответствие установленным требованиям и установить изделия с дефектами;

- пересчитать дефектные единицы, обнаруженные в выборке, отобранной для первой ступени плана контроля;
- сравнить найденное число дефектных единиц в выборке с A_c и R_e , указанными для первой ступени плана контроля;
- считать партию продукции соответствующей требованиям, если число дефектных единиц, найденных в выборке первой ступени, меньше или равно A_c , указанному для первой ступени плана контроля;
- считать партию не соответствующей требованиям, если число дефектных единиц в выборке первой ступени равно или больше R_e , указанного для первой ступени плана контроля;
- перейти к контролю на второй ступени, если число дефектных единиц, обнаруженное в выборке на первой ступени контроля, больше A_c и меньше R_e . В случае перехода к контролю на второй ступени следует:
 - отобрать выборку такого же объема, как на первой ступени контроля;
 - проверить каждое изделие в выборке и установить изделия с дефектами;
 - пересчитать дефектные изделия в выборке, отобранной для второй ступени контроля;
 - суммировать дефектные единицы, обнаруженные на второй ступени контроля, с дефектными единицами, обнаруженными на первой ступени контроля;
 - сравнить полученное общее число дефектных единиц в выборке на первой и второй ступенях контроля с A_c и R_e второй ступени плана контроля;
 - считать партию соответствующей требованиям, если общее число дефектных единиц меньше или равно A_c для второй ступени плана контроля;
 - считать партию не соответствующей требованиям, если общее число дефектных единиц равно или больше R_e для второй ступени плана контроля.

Ход действия при применении двухступенчатых планов контроля приведен на рис. 14.



Рис. 14. Схема двухступенчатого плана контроля

3. Многоступенчатые планы.

Для определения соответствия партии продукции установленным требованиям следует:

- провести операции, указанные в п. 1;
- перейти к контролю на третьей ступени, если общее число дефектных единиц в выборке первой и второй ступеней контроля больше A_c и меньше R_e второй ступени контроля.

Контроль следует проводить на третьей и по мере необходимости на дальнейших ступенях до последней так же, как на второй ступени.

Многоступенчатый контроль следует всегда начинать от первой ступени принятого плана контроля и кончать в момент получения информации, позволяющей принять решение о признании партии, соответствующей или не соответствующей требованиям. Ход действия для применения многоступенчатых планов контроля приведен на рис. 15. Пример составления плана одноступенчатого контроля приведен в прил. 1.

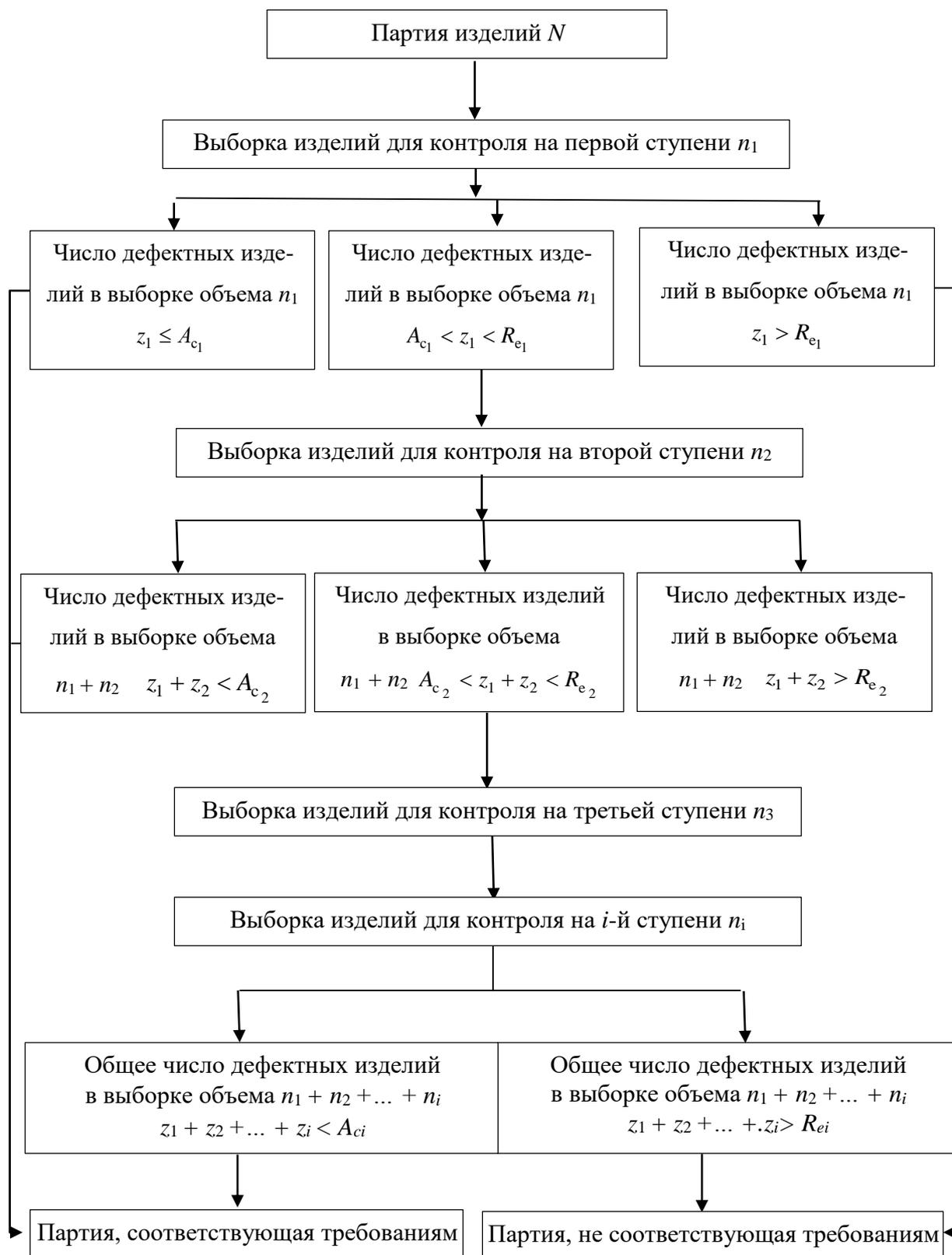


Рис. 15. Схема многоступенчатого плана контроля

6.3. Методы статистического контроля и регулирования технологических процессов

В основу статистических методов контроля качества и регулирования технологических процессов положены основные принципы математической статистики и теории вероятностей.

Сущность статистических выборочных методов контроля состоит в том, чтобы по некоторой выборке или пробе обоснованно судить о всей совокупности контролируемых объектов, не прибегая к сплошной проверке. Такая система упрощает процесс контроля и сокращает затрачиваемое на него время. Причем вероятность ошибочных суждений о качестве практически не превышает вероятность ошибок при сплошном контроле партии.

Статистические методы не только применяют непосредственно для контроля качества уже изготовленной продукции, но и для систематического контроля технологических процессов путем выборок или проб в процессе производства. Такой контроль получил название предупредительного статистического и применяется при механообработке на автоматическом и полуавтоматическом оборудовании.

На практике применяется свыше 20 различных вариантов регулирования и контроля качества, которые в основном классифицируются, как показано на рис. 16. Классификация данных вариантов дается в ГОСТ 15896-70 «Качество продукции. Статистические методы управления качеством. Термины».



Рис. 16. Виды статистического контроля качества

Наиболее простыми и достаточно точными, часто применяемыми статистическими методами являются:

а) предупредительный статистический контроль – метод медиан и индивидуальных значений на совмещенном контрольном графике ($\bar{\tilde{x}} - X_i$);

б) статистическое регулирование технологических процессов методом пяти групп качества,

Внедрению статистических методов контроля качества предшествует проведение анализа точности оборудования и стабильности технологических процессов.

6.3.1. Основные сведения по математической статистике

В математической статистике изучают совокупность (множество) явлений или предметов, объединенных единым признаком или свойством.

В машиностроительной практике такими признаками могут быть механические, электрические и другие свойства, линейные и угловые размеры, отклонения в форме и расположений элементов деталей и т. д. Валы электродвигателей, например, могут быть объединены в совокупность по качественным или количественным признакам.

В тех случаях, когда мы имеем дело с количественным признаком, будем называть его статистической переменной, или случайной величиной x . Например, к случайным величинам будут относиться длина вала, диаметр и биение шеек вала, чистота поверхности и др.

Для каждого члена совокупности, состоящей из конечного числа членов, может быть при помощи наблюдения (измерения и т. д.) определено соответствующее значение случайной величины, которая называется наблюдаемым значением случайной величины x .

Число одинаковых или близких наблюдаемых значений x , соединенных в одну группу (разряд), называется частотой n_i . Частота, выраженная в долях или процентах от общего количества объектов изучаемой совокупности, называется частностью (-/-, %).

Если известна частота или частность для наблюдаемых значений, то это значит, что известно эмпирическое (опытное) распределение случайной переменной. Эмпирическое распределение может быть

использовано для нахождения закономерностей рассеяния случайной величины, называемых законами распределения случайной величины.

В практике любая эмпирическая совокупность всегда подчиняется одному из законов распределения случайной величины, позволяющих более полно оценить и представить характер распределения.

На практике встречаются совокупности, составленные из большого количества членов. В этих случаях прибегают к выборочному обследованию. Выборкой называется часть единиц, отобранных из массы или партии для получения сведений о всей массе или партии продукции. Партия или масса продукции, из которой извлечена выборка, называется генеральной, или общей совокупностью.

В машиностроении при использовании математической статистики пользуются не самими законами распределения и эмпирическими совокупностями, а подсчитанными по ним числовыми характеристиками распределения случайной величины. Числовые характеристики, подсчитанные по эмпирическому распределению, называются статистическими, а характеристики, определяемые по теоретическим законам распределения, – параметрами распределения.

Статистические характеристики позволяют решать многие практические задачи, например, определять точность технологических процессов.

К основным статистическим характеристикам относятся меры положения (среднее арифметическое \bar{X} , медиана \tilde{X}), характеризующие уровень настройки технологического процесса, т. е. центр группирования случайной величины меры рассеяния (СКО σ , размах R), характеризующие плотность распределения случайных величин, т. е. разброс их относительной меры положения \bar{X} или \tilde{X} .

Среднее арифметическое (\bar{X}) определяется по формуле

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum n_i x_i,$$

где N – число всех наблюдаемых значений; n_i – частота случайной величины; x_i – наблюдаемое значение случайной величины.

Если случайная величина выражается многозначными числами, то для упрощения вычислений пользуются формулой

$$\bar{X} = \alpha_0 + \frac{\sum n_i (x_i - \alpha_0)}{N},$$

где α_0 – любое число, при котором разность $(x_i - \alpha_0)$ была бы более простым и малым числом.

В предлагаемой методике среднее арифметическое вычисляется с помощью моментов распределения.

Медианой \tilde{x} называют срединное значение ряда наблюдаемых значений, расположенного по возрастанию или убыванию величин. При нечетном значении числа членов в ряду ($n = 2k + 1$) медиана $\tilde{x} = X_{k+1}$, а при четном ($n = 2k$) $\tilde{x} = (X_k + X_{k+1})/2$.

В практике предпочитают медиану \tilde{x} перед средним арифметическим \bar{X} , так как на \bar{X} значительное влияние оказывают одно – два значения случайной величины, резко выделяющихся из общего ряда. Кроме того, при n нечетном для определения \bar{X} не требуется производить математических действий. За \tilde{x} принимается каждое второе (при $n = 3$) и каждое третье (при $n = 5$), четвертое (при $n = 7$) и т. д. значения случайной величины упорядоченного ряда.

Среднее квадратическое отклонение σ вычисляют по формуле

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum n_i (x_i - \bar{X})^2}.$$

В предлагаемой методике среднее квадратическое отклонение рассчитывается с помощью моментов распределения.

Размах R определяется как разность между наибольшим и наименьшим значениями случайной величины в совокупности $R = x_{\max} - x_{\min}$.

Для любого распределения случайной величины можно указать интервал, в котором находятся все значения случайных величин. Этот интервал называется полем рассеяния S_n случайной величины, который вычисляется по выражению

$$S_n = kG,$$

где k – коэффициент, зависящий от закона распределения случайной величины.

При нормальном законе распределения полное поле рассеяния принимает интервал, в котором находится 99,73 % всех наблюдаемых значений, что вполне отвечает требованиям, предъявляемым к качеству продукции в промышленности.

6.3.2. Расчёт на технологическую точность оборудования и стабильность технологических процессов

При статистическом анализе на технологическую точность оборудования и стабильность технологических процессов определяют:

- распределение отклонений размеров в поле рассеяния;
- положение центра группирования отклонений относительно середины поля допуска;
- широту поля рассеяния;
- соотношение между полем рассеяния и полем допуска;
- процент вероятного (возможного) брака.

Перед проведением работ по статистическому анализу точности и стабильности технологического процесса проверяют состояние оборудования, рабочей и инструментальной оснастки, устанавливают нужный режим обработки и производят обкатку станков в рабочем состоянии. В ходе анализа производственного процесса замеряют партию изделий (от 50 до 200 шт.), изготовленных при неизменной наладке оборудования. Детали, последовательно обработанные на данном оборудовании, замеряют универсальным измерительным шкальным инструментом с ценой деления $1/6$ от поля допуска.

При исследовании технологического процесса для определения широты поля рассеяния размеров обрабатываемой партии изделий делают замеры в одном сечении во взаимно перпендикулярных направлениях. С учетом определения конусности замеры следует производить в двух сечениях. В соответствии с величиной размаха (рассеяния размеров) число разрядов рекомендуется принимать в пределах 7 – 12, так как малое число разрядов, так же как и большое, искажает внешний вид кривой опытного распределения. По разности наибольшего $X_{i \max}$ и наименьшего $X_{i \min}$ случайных размеров, полученных при измерении партии деталей, и принятому числу разрядов находим цену разряда

$$C = \frac{X_{i \max} - X_{i \min}}{m},$$

где m – принятое число разрядов.

Цена разряда должна быть больше или равна цене деления измерительного инструмента. Приняв число разрядов, вычислив цену разряда, определяем частоты n_i по каждому разряду, составляем ста-

тистическую сводку (прил. 2). Вторая графа заполняется разрядами $X_n - X_b$, в третьей графе – представители разрядов, в четвертой отмечают количество случайных размеров в каждом разряде условным знаком (черточка или единица. Удобна также памятка, обозначающая шесть изделий).

В пятой проставляются подсчитанные частоты n_i по каждому разряду. В шестой – частное от деления разности из соответствующего представителя разряда постоянного числа a , принятого приблизительно равным среднему значению представителя разряда, умноженному на цену разряда C .

Для нахождения статистических характеристик технологического процесса с помощью начальных и центральных моментов распределения заполняем графы 7, 8.

По статистическим характеристикам строим экспериментальную кривую распределения (прил. 3), где по горизонтали (ось абсцисс) откладываются представители разрядов (интервалы), а по вертикали (ось ординат) – количество деталей, находящихся в каждом разряде. Масштаб при построении кривой рекомендуется брать таким, чтобы высота наибольшей ординаты (наибольшего числа деталей в интервале) относилась к ширине поля рассеяния как 5:8.

6.3.3. Оценка точности и стабильности технологического процесса по статическим характеристикам

При законе нормального распределения (Гаусса) отклонение таких параметров, как длина, диаметр, межосевое расстояние, масса, упругость и т. д. имеет положительные и отрицательные значения. Рассеяние отклонений этих параметров подчиняется закону нормального распределения Гаусса. Точность и устойчивость производственного процесса, а также технологическая точность оборудования определяются двумя обобщающими показателями: величиной среднего размера изготовленных деталей \bar{X} и величиной рассеяния случайных отклонений размеров σ .

Получение деталей в пределах заданного допуска будет обеспечено, если вероятное поле рассеяния отклонений по величине будет меньше или равно полю допуска, а середина поля рассеяния расположится, возможно, ближе к середине поля допуска. Если же вероятное

поле рассеяния отклонений по величине будет равно полю допуска, а середина поля рассеяния окажется смещенной от середины поля допуска, то это вызовет появление брака.

На основе полученных замеров с помощью начальных и центральных моментов распределения v_1 , v_2 , μ вычисляют статистические характеристики:

\bar{X} – среднее арифметическое значение;

σ – среднее квадратическое отклонение;

K_T – коэффициент точности;

E – смещение центра настройки относительно середины поля допуска;

S_n – полное поле рассеяния.

Понятие моментов взято из механики. Каждую частность можно рассматривать как силу, приложенную к точке, соответствующей данному значению X . Поэтому, взяв какое-либо значение $X = a$ за начало, можно составить момент частностей для каждого значения случайной величины X относительно этого начального значения аналогично понятию момента системы сил относительно некоторой точки. При этом в качестве плеча берется отклонение каждого значения X_i от выбранного начального значения $X = a$, т. е. плечо будет равно $X_i - a$.

Моменты распределения являются численными характеристиками, наиболее полно описывающими совокупность случайных величин и включающими в числе других такие характеристики, как среднее значение \bar{X} и среднее квадратическое отклонение σ параметра распределения.

Начальный момент первого порядка v характеризует среднее значение \bar{X} случайных величин (выборочное среднее).

Центральный момент второго порядка μ_2 характеризует меру рассеяния случайных величин σ от среднего значения \bar{X} (выборочная дисперсия – среднее квадратическое отклонение).

Точность процесса следует считать хорошей тогда, когда K_T (отношение вероятного поля рассеяния отклонений к заданному допуску) находится в пределах 0,75 – 0,85. При $K_T > 0,85$ необходимо увеличить точность обработки или расширить поле допуска. При $K_T < 0,75$ точность процесса высокая и работа может быть выполнена на менее точном оборудовании.

Удовлетворительная налаженность процесса будет характеризоваться кривой закона распределения, причем величина \bar{X} в этом случае совпадает с центром поля допуска $E = 0$, а все отклонения располагаются в контрольных границах, меньших чем поле допуска, т. е. $S_n < \Delta$. Вероятный процент брака деталей $q\%$ определяется в зависимости от точности оборудования и коэффициента настройки процесса

$$q\% = f(K_T; K_H).$$

При законе распределения существенно положительных величин Максвелла (эксцентриситета) отклонение таких параметров, как неконцентричность, неперпендикулярность, биение, дисбаланс, овальность, конусность и т. д., имеет только положительные значения. Рассеяния случайных отклонений этих параметров подчиняются закону распределения существенно положительных величин – эксцентриситета.

Основным параметром этого закона распределения будет среднее квадратическое отклонение σ . Порядок определения тот же, что и для нормального закона распределения – при помощи моментов распределения. Полное поле рассеяния принимается равным $5,25\sigma$. Это значит, что если назначенный допуск будет больше или равным $5,25\sigma$, то процесс следует считать достаточно точным. Коэффициент точности для этой функции $K_T = \frac{5,25\sigma}{\Delta}$, где Δ – заданный допуск.

Вероятный процент брака деталей $q\%$ рассчитывают в зависимости от коэффициента точности оборудования $q\% = f(K_T)$.

По результатам проведенного статистического анализа точности и устойчивости техпроцесса делается вывод о готовности техпроцесса к применению статистического контроля. Если техпроцесс не удовлетворяет требованиям точности и стабильности, необходимо провести доработку его до «состояния контроля», после чего приступают к внедрению методов статистического регулирования и контроля качества продукции на конкретных операциях данного техпроцесса.

Предупредительный и статистический контроль качества. Одним из методов предупредительного статистического контроля является метод медиан и индивидуальных значений.

Метод медиан и индивидуальных значений $\tilde{X} - X_i$ достаточно точен и прост для отрасли электромашиностроения, так как для его ведения не требуется специальных средств измерения и математических вычислений.

При регулировании техпроцессов и контроле качества методом медиан и индивидуальных значений $\tilde{X} - X_i$ статистическими характеристиками являются медианы \tilde{X} и индивидуальные значения X_i выборки или проб. \tilde{X} определяет уровень постройки процесса (центр группирования); X_i – точность процесса (меру рассеяния).

Ведение методов статконтроля начинается с оформления инструкционной карты регулирования. Наиболее ответственные показатели качества, контролируемые методом медиан и индивидуальных значений, заносят в инструкционную карту в соответствующие графы, а остальные параметры технологического процесса (шероховатость поверхностей, размеры и т. п.) проверяют табличным методом.

На основе инструкционной карты регулирования техпроцесса составляют контрольную карту регулирования (прил. 4, 5), которая служит основным документом статистического регулирования процесса, носителем информации о его состоянии. Контрольная карта представляет собой формуляр с сеткой из тонких вертикальных и горизонтальных линий. По вертикали указывается значение величины показателя качества, а по горизонтали – дата, смена, порядковый номер выборок или проб. В нижней части отмечают параметры табличного наблюдения.

В контрольную карту заносят:

- наименование объекта регулирования;
- объем и период отбора мгновенных выборок или проб;
- допуск на размеры;
- фамилии рабочего, наладчика, контролера;
- горизонтальные сплошные линии пределов допуска: верхнего T_v и нижнего T_n ;
- по две штриховые линии сверху и снизу, являющиеся границами регулирования значений показателей качества, распределяемых по закону Гаусса.

P_v – верхняя граница регулирования для медиан;

P_n – нижняя граница регулирования для медиан;

$P_{вр}$ – верхняя граница регулирования для полуразмахов;

$P_{вн}$ – нижняя граница регулирования для полуразмахов.

Результаты измерений заносят в контрольную карту в виде точек, медиану отмечают крестиком. Если медианы не выходят за границы регулирования P_v и P_n , а крайние значения выборок за границы полуразмахов $P_{вр}$ и $P_{вн}$, то процесс протекает удовлетворительно.

Для показателей качества, значение которых распределяется по закону Максвелла (биение, эксцентриситет, дисбаланс и др.), в карту регулирования заносят только одну верхнюю границу регулирования P_v для медиан \bar{X} и крайних значений проб X_i . Нижняя граница принимается равной нулю. Границы регулирования показателей качества, распределяемых по закону Гаусса, вычисляют по формулам:

$$P_v = T_v - 0,8 A_6 \cdot \delta; \quad P_{вр} = T_v - 0,8 D_6 \cdot \delta;$$

$$P_n = T_n + 0,8 A_6 \cdot \delta; \quad P_{вн} = T_{вн} + 0,8 D_6 \cdot \delta,$$

где 0,8 – поправочный коэффициент; A_6, D_6 – коэффициенты, зависящие от объема выборки (табл. 9); δ – половина допусков на размер.

По закону Максвелла

$$P_v = 1,2 \cdot A_7 \cdot \Delta,$$

где 1,2 – поправочный коэффициент; A_7 – коэффициент, зависящий от объема выборки (см. табл. 9); Δ – допуск на размер.

Таблица 9

A_6	D_6	A_7
0,423	0,275	0,69
0,500	0,220	0,65
0,553	0,165	0,62
0,592	0,160	0,60
0,622	0,140	0,59
0,646	0,120	0,57
0,667	0,100	0,55
0,684	0,90	0,54

Глава 7. СОЦИАЛЬНАЯ КВАЛИМЕТРИЯ

Социальная квалиметрия как отрасль новой науки ставит проблемы измерения и, в частности, количественной оценки качества любого вида человеческой деятельности. Как область практики социальная квалиметрия решает эти проблемы. Так, можно сказать, что в организационном плане разрабатывается практическая тестология, в городах Российской Федерации работают Центры оценки качества различных товаров и услуг, а наряду с ними также Центры оценки качества образования. В административном аппарате региональных органов исполнительной власти создаются специализированные отделы по контролю за качеством, в том числе и за качеством работы социальных служб.

В социальной практике сложилось так, что имя настоящего мастера своего дела становилось гарантией высокого качества и результатов его работы. Распространялась молва о достоинствах работы мастера, молва набирала силу, и росло число тех, кто хотел воспользоваться плодами его работы. Если мастер изготавливал товары длительного пользования, то на них он ставил своё личное клеймо. В современной трактовке это прародитель «знака качества», или фирменного знака.

7.1. Основные понятия социальной квалиметрии

Основные понятия социальной квалиметрии группируются следующим образом:

- общество, социальное учреждение, семья, человек;
- жизнь, деятельность, функционирование;
- политика, образование, обеспечение, обслуживание, защита;
- человеческий капитал, благополучие, моральность, интеллектуальность, духовность;
- социальная служба, контрольная служба, социальный работник, эксперт;
- измерение, оценивание, измерение качества, оценка качества, управление качеством.

В понятийный аппарат социальной квалиметрии вошли такие понятия, как «качество жизни», «качество человека», «благополучная жизнь», «благополучная и неблагополучная семья», «качество обра-

зования», «качество духовности», «качество общественного интеллекта», «качество общественной морали», «качество человеческого капитала» и др.

К числу общих ключевых понятий социальной квалиметрии отнесены понятия «качество общества», «качество жизни», «качество социальной политики», «качество социальной защиты», «качество социального обеспечения и качество социального обслуживания», «качество социальных служб», «качество деятельности социального работника».

Такая конкретизация понятия «социальная квалиметрия» фактически раскрывает микроструктурный познавательный подход к взятому понятию. Он же реализуется и тогда, когда речь идёт о строении науки.

Общее методологическое значение для квалиметрии имеет тот факт, что результат измерения, в том числе оценивания качества, порождается в жизненной ситуации, в которой взаимосвязаны четыре компонента. Это объект оценивания, субъект оценивания, основание для оценивания и способ оценивания. А при высокой определённости способа оценивания он раскрывается как строгая последовательность действий для получения нужного результата. И тогда говорят об алгоритме оценивания.

Для практиков социальной работы и её исследователей наиболее очевидны разнородные варианты квалиметрии, которые выделяются по особенным чертам у процедуры проведения квалиметрии. Так, выделяются и перечисляются как однопорядковые такие её варианты, как экспертная квалиметрия, индексная, таксономическая (или квалиметрическая таксономия), нечёткая, вероятностно-статистическая, тестовая, цикловая – динамическая квалиметрии, а также теория оценивания эффективности как меры качества. Специалисты в области социальной квалиметрии подчеркивают, что в различных ситуациях при оценке социальных объектов и/или их атрибутов квалиметрия специализируется. Это находит выражение в её особенных формах, которые и обозначаются как «специальные квалиметрии».

Так, при анализе жизни общества региональные административные управленческие органы используют показатели и технологии, позволяющие им следить за изменениями в социальном развитии, в том числе – за состоянием и изменениями в социокультурных процес-

сах. Это обеспечивается с помощью различных технологий мониторинга или слежения за выделенными процессами во взятых границах времени и в принятом временном масштабе. В рамках мониторинга используется экспертная информация. В современных условиях она обрабатывается с учётом её семиотической природы: на основе теории размытых («нечётких») множеств, посредством методов логико-семантического моделирования.

В частности, на практике социальная квалиметрия раскрывается прежде всего как измерение качества деятельности в учреждениях социального обслуживания населения, которые оказывают населению различные социальные услуги.

В основу работы учреждений социального обслуживания кладутся национальные стандарты. Именно в них конкретизируются требования к качеству учреждений в общем и качеству отдельных социальных услуг в частности.

В процессе мониторинга текущего состояния дел актуальна систематическая квалиметрия работы социальных служб. Для обеспечения систематической квалиметрии в административном аппарате создаются специализированные отделы по контролю за качеством работы социальных служб.

Считается, что в различных отраслях сферы услуг уже сложилась реальная конкурентная среда. Поэтому в рамках комплексной оценки качества сферы услуг используются прежде всего экономические показатели работы фирм-поставщиков таких услуг. В число таких показателей включены прибыль, объём продаж, контролируемая доля рынка и им подобные показатели. Причём есть эксперты, которые считают, что именно такие показатели выражают предпочтения потребителей и степень их удовлетворённости. Именно экономические показатели становятся целевой функцией при математическом моделировании работы фирмы-поставщика услуг. Это учитывается в уравнениях, раскрывающих используемую математическую модель. Получается, что оптимизация значений именно экономических показателей становится задачей и для математического описания того, как работает фирма, и для практических действий по улучшению её работы.

Однако теперь уже не только многие исследователи-гуманитарии, но и практики-администраторы признают, что для контроля за качеством услуг в социальной сфере учитывать только экономические по-

казатели мало. Такие индикаторы качества работы в сфере услуг недостаточны, ибо учитывают только рыночный аспект межлических отношений.

Работники управленческого аппарата аргументируют своё суждение следующими обстоятельствами. Конкуренция среди учреждений образования, здравоохранения и жилищно-коммунального хозяйства развита слабо. Поставщиками материальных ресурсов для учреждений и организаций социальной сферы являются монополисты. Государство регулирует тарифы на основные ресурсы со стороны. И всё это социально-экономические факторы.

Работники управленческого аппарата региональных органов власти признают, что для такой конкретизации нужны и региональная конкретизация стандартов для социальных услуг, и координация в регионе научных разработок. Признаётся, что важно изучать потребности в социальных услугах у представителей различных категорий населения, выявлять общественное мнение по различным вопросам социальной защиты. В частности, необходимо выявлять удовлетворённость населения социальным обслуживанием в регионе. И уже на таком социально-психологическом основании с учётом социально-экономических факторов и общей нормативной правовой базы следует формулировать общую концепцию и методологические основы, в том числе принципы для разработки региональной политики в области социальной работы.

Таким образом, социальная квалиметрия, её процесс и результаты включаются на правах компонентов и в разработку региональной политики в области социальной работы, и в воплощение на практике намеченных планов. Практически реализуется макроструктурный подход к действительности.

В связи с этим в последние годы в региональных министерствах труда и социальной защиты начинают функционировать подразделения, отделы или комитеты по контролю за качеством социальных услуг.

Главная («целевая») функция таких подразделений в органах исполнительной власти – это проверка полноты (объёма), своевременности и результативности предоставления социальных услуг организациями, учреждениями, фирмами, которые обеспечивают (поставляют) такие услуги.

Предполагается, что оказываемые социальные услуги решают различные материальные, нематериальные, финансовые, правовые, бытовые проблемы у клиентов или способствуют решению таких проблем, помогая людям преодолевать возникающие у них трудности. Оказываемые услуги способствуют улучшению физического, нравственно-психологического, морально-психического состояния клиентов (вспомним в связи с этим об индексе развития человеческого потенциала), а также в оптимальных случаях повышают практическую и духовную активность в обществе, раскрывая перспективы социальной жизни с преодолением имеющихся и возникающих ограничений.

Контроль качества социальных услуг в региональных исполнительных органах власти ведётся в соответствии с государственным стандартом социального обслуживания. При этом особое внимание уделяется шести основным условиям для работы поставщика услуг. В их числе выделены:

- наличие и состояние документов, в соответствии с которыми функционирует учреждение;
- условия размещения учреждения;
- укомплектованность учреждения специалистами соответствующей квалификации;
- специальное и табельное техническое оснащение (оборудование, приборы, аппаратура и т. д.);
- состояние информации об учреждении, правила и порядок предоставления услуг клиентам социальной службы;
- наличие собственной и внешней системы (службы) контроля за деятельностью учреждения.

Итак, стандарт предполагает обязательные условия для работы поставщика услуг. Контроль за качеством услуг также ведётся при наличии необходимых для него условий. Среди них главным считается наличие квалиметрических методик. Ведь работникам контролирующих органов приходится измерять и, в частности, количественно оценивать качество объектов любого рода, а также решать задачи комплексной оценки качества услуг в социальной сфере. При этом приходится:

– разрабатывать технологичные процедуры для оценивания качества (или отдельных свойств) индивидуального и/или коллективного труда, в том числе отдельных государственных и социальных услуг;

– проводить мониторинг деятельности социальных служб;

– проводить мониторинг качества предоставляемых услуг;

– разрабатывать технологичные процедуры для оценивания эффективности работы социальных служб;

– разрабатывать технологичные процедуры для оценивания того, как применяются стандарты профессиональных квалификаций и компетенций;

– рассматривать практику развития социальных учреждений в различных субъектах Российской Федерации и выбирать лучшие из них.

Вовлечённость работников контролирующих органов в такую работу способствует осознанию ими важности комплексного измерения качества услуг в социальной сфере и наличия ограничений для таких измерений.

Используемые в настоящее время методы имеют ограниченный предметный характер, в частности, это и методы оценивания качества, и модели количественного обобщения (описания) результатов оценивания. Обычно оценивается конкретный вид социальных услуг, причём с узкоотраслевых позиций. В каждой сфере социальных услуг накоплен свой арсенал показателей качества и методов его измерения. Но их применение для решения аналогичных задач в других сферах часто проблематично и, как правило, малоэффективно. С одной стороны, применяемые методы оценки качества недостаточно формализованы, с другой – описания нормативов и критериев качества абстрактны. Поэтому и те и другие мало пригодны для практического использования. А используемые на местах способы квалиметрии настолько специализированы, что большинство потенциальных пользователей не в состоянии их перенять, чтобы самостоятельно применить те же критерии к однотипным услугам.

На фоне приведённых оценок высказывается мнение о необходимости научного обоснования и разработки технологий для комплексной квалиметрии услуг в социальной сфере на основе создания единой общей теории и методологии. Причём эта теория и методология должны быть открыты и для учёта ситуативной специфики измеряемых объектов по их масштабу и форме атрибутивности. Получается, что заинтересованные работники контроля за качеством социальных услуг в региональных исполнительных органах власти осознают то, о чём речь шла в предыдущих главах книги. Исходные определения становятся главными общими ориентирами при проведении социальной квалиметрии в конкретных жизненных ситуациях и, в частности, при оценке качества социальных объектов.

Однако условия работы в региональных властных структурах диктуют необходимость исходить из учёта прежде всего экономических показателей. Поэтому работники подразделений по контролю качества социальных услуг говорят о необходимости учитывать в первую очередь социально-экономические и нормативные показатели работы поставщика услуг и уже на их фоне – показатели удовлетворённости этими услугами их потребителя.

7.2. Стандартизованная оценка качества социальных объектов

Ранее было условлено, что оценка качества понимается как измерение с использованием субъективно значимого, ценностно нагруженного эталона. В оптимальном случае эталон при оценивании имеет ситуативно-функциональную природу, т. е. извлекается из ситуации познания, а не привносится в неё извне. Оценку качества мы условились понимать и конкретизировать как ситуативно-функциональную атрибутивную категоризацию действительности с использованием различных подходящих оснований – субъективных мер и/или объективных шкал. Этот общий подход является методологическим основанием при использовании частных процедур и отдельных методик.

Например, в Санкт-Петербурге проводится ежегодный конкурс среди учителей для выявления лучших и присуждения им премии городского правительства. Для сравнительной оценки профессиональной деятельности участников конкурса использованы шесть критериев с градациями от нуля до 6 баллов: результаты обучения при их позитивной динамике за последние три года – 1 балл; результаты внеурочной деятельности учащихся по учебной дисциплине – 2 балла; создание учителем условий для приобретения учащимися позитивного социального опыта – 3 балла; эффективное использование современных образовательных технологий, в том числе информационных – 4 балла; наличие у учителя собственной методической системы, апробированной в профессиональном сообществе – 5 баллов; непрерывность собственного профессионального образования – 6 баллов.

Другой пример. Комитет здравоохранения Правительства Москвы выпустил положение, которое начинается со слов о предназначении хосписа как государственного учреждения «для оказания специализированной медицинской, социальной, психологической, юридической и духовной помощи incurable (неизлечимым) онкологическим больным». В хосписе предполагается обеспечить таким больным симптоматическое (паллиативное) лечение, подбор необходимой обезболивающей терапии, оказание медико-социальной помощи, уход, психосоциальную реабилитацию, а также психологическую и социальную поддержку родственников на период болезни и утраты ими близкого. Таким образом, и в этой ситуации фактически предлагаются шесть критериев деятельности работников хосписа: симптоматическое лечение с подбором необходимой обезболивающей терапии – 1 балл; медико-социальная помощь пациентам хосписа – 2 балла; уход за лежачим больным – 3 балла; психосоциальная реабилитация нуждающихся в ней – 4 балла; психологическая и социальная поддержка родственников на период болезни – 5 баллов и в связи с утратой ими близкого человека – 6 баллов. По каждому названному основанию возможна оценка качества данной деятельности.

Может показаться, что взятые примеры деятельности исключают возможность какой-либо общности между ними. Но при всём многообразии социальных объектов всё-таки были выявлены определённые тенденции в психологической природе их оценивания. Наличие общих тенденций объясняется единством в организации всей душевной жизни её носителя – человека при социальном её познании. Общие тенденции оценивания исследовали учёные в различных странах. Их работа оформилась в виде особого научного направления – «экспериментальная психосемантика». В рамках этого направления были разработаны типичные процедуры для оценивания с использованием объективных шкал, получившие общее название «семантический дифференциал».

Процедуры семантического дифференциала обеспечивают выявление и количественное описание эмоционально-экспрессивного аспекта у объекта для оценивающего его субъекта. Появляется возможность сравнивать различные результаты оценивания, выполненного с помощью одних и тех же шкал. Тогда независимыми переменными выступают объекты оценки, субъекты оценки и/или время оценивания. Межситуативное постоянство оценочного инструментария (шкал) обеспечивается исследователем – организатором оценочной процедуры, который должен учитывать историю и практику возникновения семантического дифференциала и его использования.

Так, важно иметь в виду, что Чарльз Осгуд (1916 – 1991) с сотрудниками выделил три базовые составляющие эмоционально-экспрессивного аспекта субъективной семантики: силу, активность, оценку (или собственно оценку во внутренней структуре эмоционально-экспрессивного аспекта субъективной семантики). В последующем В. Ф. Петренко добавил к трём базовым компонентам более специфичные – упорядоченность и сложность. Добавляются и другие основания для оценивания, как правило, ситуативно конкретизирующие базовый исходный перечень оснований. В их числе, например, приятность, безопасность, комфортность и др.

Чтобы ознакомиться со стандартизованным вариантом процедуры семантического дифференциала, воспользуемся примером оценочного листа, который содержит шкалы трёх базовых факторов: силы (пары 1, 4, 7, 10), активности (пары 2, 5, 8, 11) и оценки: (пары 3, 6, 9, 12).

Пример бланка оценивания при использовании процедуры семантического дифференциала приведен в прил. 6.

Инструкция по заполнению оценочного листа. «Уважаемый эксперт! Оцените, пожалуйста, виды деятельности, перечисленные в «шапке» таблицы с помощью каждого антонимичного (двухполюсного) качества из числа приведённых в боковых графах таблицы. Какое впечатление эти виды деятельности у Вас вызывают? Отрицательный или положительный знак у качества – условный; он нужен только для обработки результатов.

Ведь художник в живописном произведении не делит краски на «хорошие» и «плохие». Постарайтесь дать «портрет» каждому виду деятельности, используя предложенную палитру и градации выраженности качеств. Оцените близость каждому виду деятельности (они перечислены в «шапке» таблицы) каждого качества из левого или правого столбца таблицы, используя шкалу с семью градациями: от минус трёх баллов до плюс трёх баллов через нуль. При этом +1 или –1 значит, что качество присуще в незначительной степени; +2 или –2 – присуще в средней степени; +3 или –3 – в сильной степени; 0 – затрудняетесь судить о выраженности одного или другого полюса качества у данного вида деятельности».

На практике используются различные варианты объективных шкал семантического дифференциала. С их помощью обеспечивается стандартизация оценки качества у различных социальных объектов. За счёт этого можно выделить разные грани (аспекты) у одной оценки и сопоставить различные оценки. В основу использования процедуры семантического дифференциала положено открытие субъективных тенденций оценивания. В частности, открытие общих факторов при выражении познающим человеком смысла для него у каждого познаваемого объекта. Прежде всего это общие факторы силы, активности и оценки, раскрывающие впечатление эксперта об объекте.

В практике социальных служб в административных структурах разных уровней учитываются прежде всего социально-экономические показатели того, как работают различные поставщики социальных услуг. Однако приходит понимание, что необходим учёт потребности в социальных услугах у различных категорий населения, а также удовлетворённости социальным обслуживанием в регионе. Важно выявлять мнение людей по различным вопросам социальной защиты, используя социально-психологические показатели.

Итак, в главе обобщены и конкретизированы вопросы развития квалиметрии, предмета (актуального понятийного аппарата) социальной квалиметрии и её использования в работе социальных служб. Выделены также ключевые моменты для обеспечения оценки качества социальных объектов стандартизованным инструментарием.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Каковы история и современное состояние квалиметрии в России и за рубежом?
2. Что такое качество?
3. В чем заключается суть оценки качества продукции и какие этапы необходимо для этого выполнить?
4. Назовите семь принципов науки «Квалиметрия».
5. Что такое показатель качества продукции?
6. Что включает в себя номенклатура показателей качества?
7. Какие методы квалиметрии вам известны?
8. Какие методы оценки качества продукции включает в себя их классификация?
9. Каковы методы определения весомости отдельных свойств качества продукции?
10. Почему при определении отдельных свойств качества продукции применяется экспертный метод и какова его суть?
11. Почему при организации экспертной комиссии необходимо использовать коэффициент конкордации?
12. В чем состоит преимущество статистических методов при оценке качества продукции?

13. Каким образом выбираются базовые значения показателей качества продукции?
14. Почему необходима таблица применимости показателей для оценки качества разных групп промышленной продукции?
15. С какой целью используется метод Делфи при оценке качества продукции экспертным методом?
16. Как образуется номинативная шкала для учёта множества однородных товаров?
17. Градации древней шкалы при учёте множества однородных товаров являются знаками. Что значат градации такой шкалы?
18. Каковы общие отношения (или связи) между знаками и значениями у номинальных шкал, описывающих однородные товары как в древности, так и в наши дни?
19. Каковы общие исторические тенденции в развитии квалиметрии (измерения качества) на практике и в теории?
20. Какова психологическая природа оценки качества каждого из четырёх главных условий оценивания (носитель качества (объект), оценщик качества (эксперт, или субъект оценки), основания для оценки (её меры, или шкалы), способы оценивания)?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Квалиметрическая оценка качеств есть только основа и начальная стадия сложного процесса управления качеством объектов. Без знания об уровне свойств и качеств рассматриваемых объектов невозможно научно обоснованное принятие необходимого управленческого решения и последующего осуществления соответствующего превентивного или корректирующего воздействия на объект с целью изменения качества.

По итогам квалиметрических оценок производят:

- 1) оптимизацию показателей свойств и качества в целом;
- 2) прогнозирование качества продукции;
- 3) определение уровня и запаса конкурентоспособности как совокупной оценки уровней качества и цены продукции или услуги и многое другое.

Квалиметрия как относительно новая и фундаментальная наука является, во-первых, актуальной и базисной для других сопряженных наук, направленных на решение проблем управления качеством. Во-вторых, квалиметрия все еще нуждается в развитии и использовании при принятии управленческих решений в отношении качества чего-либо.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Азгальдов, Г. Г. Квалиметрия для всех : учеб. пособие / Г. Г. Азгальдов, А. В. Костин, В. В. Садовов. – М. : ИнформЗнание, 2012. – 165 с. – ISBN 978-5-906036-03-2.
2. Кириллов, В. И. Квалиметрия и системный анализ / В. И. Кириллов. – М. : ИНФРА-М : Новое знание, 2011. – 440 с. – ISBN 978-985-475-353-9.
3. Квалиметрия в машиностроении / Р. М. Хвастунов [и др.]. – М. : Экзамен, 2009. – 288 с. – ISBN 978-5-377-01832-2.
4. Фомин, В. Н. Квалиметрия. Управление качеством. Сертификация : учеб. пособие / В. Н. Фомин. – М. : Ось-89, 2002. – 387 с. – ISBN 978-5-98534-165-2.
5. Прикладные вопросы квалиметрии / А. В. Гличев [и др.]. – М. : Изд-во стандартов, 1983. – 78 с.
6. Федюкин, В. К. Основы квалиметрии. Управление качеством продукции / В. К. Федюкин. – М. : Филин, 2004. – 296 с. – ISBN 978-5-9216-0049-0.
7. *Он же*. Измерение качества промышленной продукции : учеб. пособие / В. К. Федюкин. – М. : КНОРУС, 2015. – 316 с. – ISBN 978-5-406-03961-8.
8. Бертран, Л. Хэнсен. Контроль качества. Теория и применение : пер. с англ / Хэнсен Л. Бертран. – М. : Прогресс, 1968. – 520 с.
9. Генри, Р. Нив. Пространство доктора Деминга. Принципы построения устойчивого бизнеса : пер. с англ / Нив Р. Генри. – М. : Прогресс, 2005. – 370 с. – ISBN 5-9614-0238-X.
10. Харрингтон, Дж. Управление качеством в американских корпорациях / Дж. Харрингтон. – М. : Экономика, 1990. – 272 с. – ISBN 5-282-00672-3.
11. Исикава, Каору. Японские методы управления качеством : пер. с англ / Каору Исикава. – М. : Экономика, 1988. – 215 с. – ISBN 5-282-00114-4.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Пример составления плана контроля

1. Исходные данные (задаются преподавателем).

Объем партии $N = 290\,000$.

Приемочный уровень дефектности $AQL = 1\%$.

Риск потребителя $\beta = 10\%$.

Риск производителя $\alpha = 5\%$.

2. Задание

2.1. Составить одно-, двух- и многоступенчатые планы приемочного нормального, ослабленного и усиленного контроля.

2.2. Построить оперативную характеристику.

3. Выполнение работы. Для партии деталей объемом $N = 290\,000$ при общем 11 контроле (см. табл. 8) код объема выборки – P . Далее по ГОСТ 18242-72 «Статистический приемочный контроль по альтернативному признаку. Планы контроля» с учетом приемочного уровня дефектности $AQL = 1\%$ находим объем выборок, браковочные и приемочные числа и заносим в табл. П1.1.

Таблица П1.1

Контроль	Нормальный			Усиленный			Ослабленный		
	n	A	R	n	A	R	n	A	R
Одноступенчатый	800	21	22	800	18	19	315	10	13
Двухступенчатый	500	11	16	500	9	14	200	5	10
	500	26	27	500	23	24	200	12	18
Многоступенчатый	200	2	9	200	1	8	80	0	6
	200	7	14	200	6	12	80	3	9
	200	13	19	2000	11	17	80	6	12
	200	19	25	200	16	22	80	8	15
	200	25	29	200	22	25	80	11	17
	200	29	35	200	25	27	80	13	19

Строим оперативные характеристики для одноступенчатого нормального контроля, пользуясь табл. П1.2.

Таблица П1.2

Номер точки	Значение ординаты P_a , %	Значение абсциссы p , %, для контроля	
		усиленного	нормального
1	100	0	0
2	99	3,28	3,99
3	95	3,95	4,73
4	90	4,34	5,16
5	75	5,05	5,93
6	50	5,93	6,88
7	25	6,90	7,92
8	10	7,86	8,95
9	5	8,47	9,60
10	1	9,71	10,9

График оперативной характеристики



На график (см. рисунок) наносим значения рисков поставщика и потребителя и делаем вывод: график оперативной характеристики показывает:

– что при усиленном контроле и риске поставщика $\alpha = 5$ %, т. е. при вероятности принятия партии $P_a = 95$ %, действительная доля дефектных

единиц в партии составит 3,95 %, а при риске потребителя $\beta = 10$ %, т. е. при вероятности принятия забракованной партии $P_a = 10$ %, действительная доля дефектных единиц будет 7,86 %;

– при нормальном контроле и риске поставщика $\alpha = 5$ %, т. е. при вероятности принятия партии $P_a = 95$ %, действительная доля дефектных единиц в партии составит 4,73 %, а при риске потребителя $\beta = 10$ %, т.е. при вероятности принятия забракованной партии $P_a = 10$ %, действительная доля дефектных единиц равна 8,95 %.

Таким образом, при усиленном контроле действительная доля дефектных единиц в партии окажется меньше, чем при нормальном контроле, что выгодно как потребителю, так и поставщику.

Приложение 2

Статистическая сводка

№ п/п	Разряды: $X_H - X_B$	Предст. разряда X_i	Подсчет наблюдаемых значений	n_i	$b \frac{X_n - a_o}{C}$	$n_i b$	$n_i b^2$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0 – 0,003	0,0015	☒☒☒☒☒	31	-1	-31	31
2	0,003 – 0,006	0,0045	☒☒☒☒☒☒☒☒☒☒	61	0	0	0
3	0,006 – 0,009	0,0075	☒☒☒☒☒	30	1	30	30
4	0,009 – 0,012	0,0105	☒☒☒	18	2	36	72
5	0,012 – 0,015	0,0135	☒	5	3	15	45
6	0,015 – 0,018	0,0165	☐	4	4	16	64
7	0,018 – 0,021	0,0195		1	5	5	25
Сумма Σ				150	-	71	267

Примечание.

α_o – постоянная величина, равная X_i , соответствующая наибольшему n_i ;

C – цена разряда;

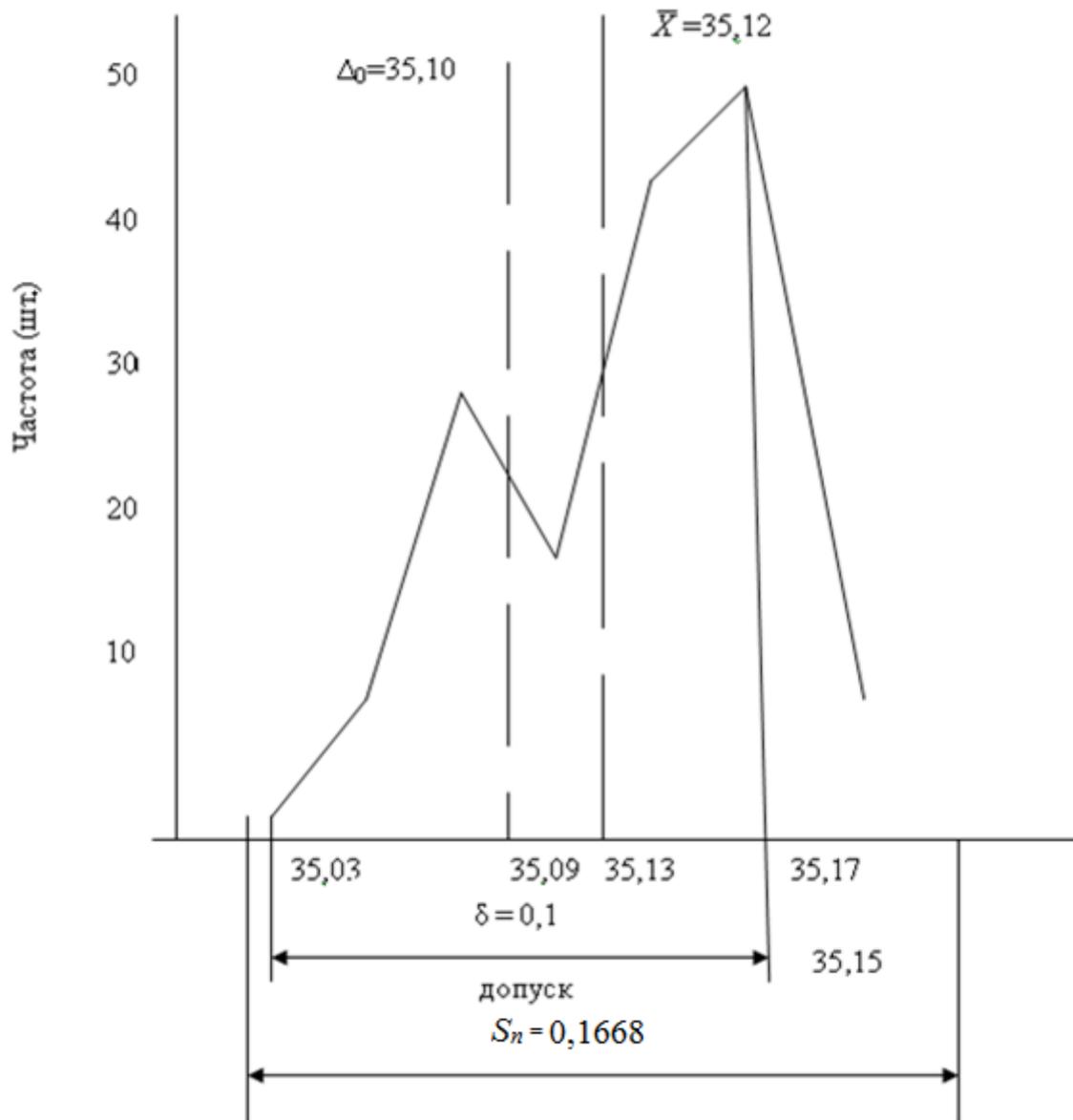
$$v_1 = \frac{\sum^{(7)}}{\sum^{(5)}} = 0,4733;$$

$$v_1^2 = 0,224; \quad \bar{x} = \alpha_o + C v_1 = 0,0059;$$

$$v_2 = \frac{\sum^{(8)}}{\sum^{(5)}} = 1,78; \quad \sigma = C \sqrt{\mu_2} = 0,0037;$$

$$\mu_2 = v_2 - v_1^2 = 1,556.$$

Экспериментальная кривая распределения



И Н С Т Р У К Ц И Я О ПОРЯДКЕ ВНЕСЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ КАРТУ

Общие положения

Настоящая инструкция предусматривает порядок внесения статистических методов контроля качества продукции в технологическую карту.

В действующую технологическую карту статистические методы контроля вносятся только после того, как проведен предварительный статанализ данного техпроцесса с целью определения его точности и стабильности, экспериментально опробован и окончательно определен конкретный вариант статконтроля.

Внесение статконтроля в действующие технологические процессы, как и всякое иное изменение, производится в порядке, установленном на изменение этих карт.

Порядок оформления исходных данных для статистических методов контроля

Основанием для внесения изменений в технологические процессы в связи с внедрением статконтроля является «Инструкционная карта регулирования». Она должна включать все контролируемые параметры данной детали. Основные размеры должны контролироваться более точными статистическими методами (медиан и индивидуальных значений и др.), остальные – табличным методом.

«Инструкционная карта регулирования» является дополнением к технологической карте на данный процесс и представляет собой исходный технический документ, дающий все данные для заполнения «Карты регулирования и контроля качества продукции» на данную операцию.

Каждой «Инструкционной карте регулирования» присваивается номер, который заносится в журнал регистрации карт.

Листы инструкционных карт в общем количестве листов технологической карты не входят, а поэтому карты или подшиваются в папки соответствующей технологической карты, или делается отдельная подшивка по каждой детали в отдельности.

Инструкционная карта рассчитывается и заполняется отделом главного технолога (группа по внедрению статконтроля), подписывается технологом, составившим карту, начальником техбюро, ОТК, ЕСН, начальником цеха, главным технологом и утверждается главным инженером завода.

Инструкционные карты являются неотъемлемой частью технологических карт и прилагаются ко всем экземплярам технологических карт, рассылаемых БТД.

При существенном изменении инструкционных карт (изменение метода статконтроля, величины и периодичности взятых выборок, контрольных границ и т. д.) изменяется их номер с проведением этого изменения в технологическом процессе и в установленном на заводе порядке по назначению технологических процессов. При аннулировании действующей технологической карты аннулируется и инструкционная карта, приложенная к ней.

Изменения, связанные с внедрением статконтроля, вносятся в технологическую карту следующим образом: в графах, где указан мерительный инструмент и контроль, против параметров, подлежащих статконтролю, указывается «Статконтроль по “Инструкционной карте” № __».

В тех случаях, когда внедрение статконтроля вызывает потребность в изменении технологического процесса (в части допуска, оборудования, оснастки инструмента режущего и мерительного, режимов и т. п.), все такие изменения оформляются в технологических картах в установленном порядке. На основании распоряжения (извещения), вносятся изменения в документацию, дополнительно указывается: «в связи с внедрением статконтроля».

При изменениях технологических карт (в части допусков оборудования, оснастки, инструмента и т. д.) одновременно вносятся изменения в инструкционные карты (границы регулирования, инструмент, оборудование) в установленном на заводе порядке по изменению технологических процессов.

Регистрацию инструкционных карт регулирования ведет отдел главного технолога.

Приложение 5

Форма журнала регистрации инструкционных карт регулирования

№ п/п	Инструкционная карта регулирования		Назва- ние цеха	Номер и наиме- нование деталей	Номер опера- ции	Оборудование		Метод контроля
	Номер	Дата				Тип	Номер	
1	1	25.02.71	1-й ме- ханиче- ский	Вал		Автоматическая линия обработки валов		Метод ме- диан и ин- дивидуаль- ных значе- ний и таб- личный

Учебное издание

РОМАНОВ Виктор Николаевич
ОРЛОВ Юрий Анатольевич
РОМОДАНОВСКАЯ Мария Павловна
и др.

КВАЛИМЕТРИЯ

Учебное пособие

Редактор А. П. Володина

Технический редактор С. Ш. Абдуллаева

Корректор Е. П. Викулова

Компьютерная верстка Л. В. Макаровой

Подписано в печать 29.09.17.

Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 7,91. Тираж 102 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.