

КВАЛИМЕТРИЯ

Учебная программа дисциплины

➤ **Учебное пособие**

Методические указания по практическим занятиям

Методические указания по самостоятельной работе

Методические указания по курсовой работе

Банк тестовых заданий в системе UniTest



УДК 621.01:658.562
ББК 30.607
Н42

Электронный учебно-методический комплекс по дисциплине «Квалиметрия» подготовлен в рамках инновационной образовательной программы «Инновационно-образовательный центр технологий поддержки жизненного цикла и качества продукции», реализованной в ФГОУ ВПО СФУ в 2007 г.

Рецензенты:

Красноярский краевой фонд науки;
Экспертная комиссия СФУ по подготовке учебно-методических комплексов дисциплин

Недбай, А. А.

Н42 Основы квалиметрии. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / А. А. Недбай, Н. В. Мерзликина. – Электрон. дан. (2 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – (Квалиметрия : УМКД № 104-2007 / рук. творч. коллектива А. А. Недбай). – 1 электрон. опт. диск (DVD). – Систем. требования : *Intel Pentium* (или аналогичный процессор других производителей) 1 ГГц ; 512 Мб оперативной памяти ; 2 Мб свободного дискового пространства ; привод *DVD* ; операционная система *Microsoft Windows 2000 SP 4 / XP SP 2 / Vista* (32 бит) ; *Adobe Reader 7.0* (или аналогичный продукт для чтения файлов формата *pdf*).

ISBN 978-5-7638-1086-8 (комплекса)

ISBN 978-5-7638-1454-5 (пособия)

Номер гос. регистрации в ФГУП НТЦ «Информрегистр» 0320802625 от 05.12.2008 г. (комплекса)

Настоящее издание является частью электронного учебно-методического комплекса по дисциплине «Квалиметрия», включающего учебную программу, методические указания по курсовой работе, методические указания по практическим занятиям, методические указания по самостоятельной работе, контрольно-измерительные материалы «Квалиметрия. Банк тестовых заданий», наглядное пособие «Квалиметрия. Презентационные материалы».

Приведены основные положения теории качества и квалиметрии. Раскрыты вопросы методологии определения квалиметрической оценки качества объектов. Изложены методы технологии квалиметрии, классификация методов оценки качеств и показателей качества измерений.

Предназначено для студентов направления 220500.62 «Стандартизация, управление качеством и метрология» укрупненной группы 220000 «Автоматизация и управление».

© Сибирский федеральный университет, 2008

Рекомендовано Инновационно-методическим управлением СФУ
в качестве учебного пособия

Редактор Л. И. Вейсова

Разработка и оформление электронного образовательного ресурса: Центр технологий электронного обучения информационно-аналитического департамента СФУ; лаборатория по разработке мультимедийных электронных образовательных ресурсов при КрЦНИТ

Содержимое ресурса охраняется законом об авторском праве. Несанкционированное копирование и использование данного продукта запрещается. Встречающиеся названия программного обеспечения, изделий, устройств или систем могут являться зарегистрированными товарными знаками тех или иных фирм.

Подп. к использованию 01.10.2008

Объем 2 Мб

Красноярск: СФУ, 660041, Красноярск, пр. Свободный, 79

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. КВАЛИМЕТРИЯ КАК НАУКА	9
1.1. Современное состояние квалиметрии.....	9
1.2. Предмет и содержание квалиметрии	11
1.3. Связь квалиметрии с другими науками.....	11
2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТОДОЛОГИИ КВАЛИМЕТРИИ	13
2.1. Базовая квалиметрическая терминология	13
2.2. Универсальный метод познания. Диалектика познания	15
2.3. Мера качества	18
2.4. Оценка качества	19
2.5. Показатели качества.....	19
2.6. Номенклатура показателей качества	22
2.7. Комплексирование показателей качества.....	22
2.8. Доводы против комплексной оценки качества.....	27
2.9. Коэффициент вето.....	30
2.10. Зависимость показателей качества от времени	33
3. ИЗМЕРЕНИЕ КАЧЕСТВА	35
3.1. Основные методы квалиметрии.....	35
3.1.1. Экспертные методы	36
3.1.2. Неэкспертные методы (аналитические).....	36
3.2. Квалиметрические шкалы	36
3.2.1. Шкала порядка (шкала рангов, порядковая шкала, ранговая шкала).....	36
3.2.2. Шкала интервалов	37
3.2.3. Шкала отношений	37
3.3. Уровни качества	37
3.4. Классификация эталонов качества	39
4. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ КВАЛИМЕТРИИ.....	42
4.1. Выявление оцениваемых показателей	42
4.2. Правила построения дерева свойств	44
4.2.1. Общие правила.....	44
4.2.2. Частные правила построения дерева свойств.....	50
4.3. Выбор показателя для каждого свойства, находящегося на последнем ярусе	51
4.4. Определение коэффициентов весомости.....	53



4.4.1. Аналитический метод определения значений групповых коэффициентов весомости	53
4.4.2. Экспертный метод определения весомости	56
4.5. Определение эталонных и браковочных значений показателей	64
4.5.1. Определение браковочных и эталонных значений для показателей свойств, не имеющих физических единиц измерений	65
4.5.2. Определение браковочных и эталонных значений документальным методом	66
4.5.3. Определение браковочных и эталонных значений показателей экспертным методом	67
5. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА	69
5.1. Общие сведения	69
5.2. Основы классификации методов оценки качества	69
5.3. Классификация методов измерения	72
5.4. Методы, не учитывающие весомость отдельных свойств	73
5.5. Методы, учитывающие весомость отдельных свойств	74
5.6. Выборочный контроль качества	82
5.6.1. Основные понятия	82
5.6.2. Статистический приемочный контроль по альтернативному признаку	83
5.6.3. Выбор плана	87
5.6.4. Контрольные карты	87
6. КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ	91
6.1. Общие сведения	91
6.2. Классификация промышленной продукции	92
6.3. Алгоритм оценивания качества	93
7. КАЧЕСТВО ПРОЕКТА	95
7.1. Характеристики оцениваемого проекта	95
7.2. Значение абсолютных показателей	95
8. КАЧЕСТВО ТЕХНОЛОГИИ	100
8.1. Структура показателей качества технологической документации	100
8.2. Качество технологического процесса	103
8.3. Общие характеристики технологического процесса	104
9. КАЧЕСТВО ИЗМЕРЕНИЙ	106
9.1. Показатели качества измерений	106
9.2. Обработка результатов наблюдений, содержащих случайные погрешности	108

9.3. Обработка экспериментальных данных, полученных инструментальным методом	109
9.4. Оценка результатов неравноточных измерений	110
10. КАЧЕСТВО РАБОТЫ	111
11. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ	114
11.1. Формирование качества	114
11.2. Эффективность и качество	117
11.3. Принципы обеспечения качества	118
11.3.1. Философский, технико-экономический и юридический подходы к обеспечению качества	118
11.3.2. Принципы обеспечения качества продукции	119
11.4. Принцип управления качеством	122
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	125
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	126

ВВЕДЕНИЕ

Улучшение качества – одна из важнейших экономических и политических задач на современном этапе развития общественного производства. Эффективным рычагом решения этой задачи может стать внедрение методов объективной оценки качества.

Квалиметрия – новая научная область, изучающая и разрабатывающая принципы и методы количественной оценки качества.

Возникновение квалиметрии было связано с осмыслением проблемы измерения и оценки качества в сочетании с проблемой управления качеством продукции и работой в общественном производстве. Временем появления квалиметрии можно считать 1968 г., когда была опубликована программная статья по формированию этой новой научной отрасли (журнал «Стандарты и качество», 1968 г., № 1, авторы – Г. Г. Азгальдов, А. В. Гличев и др.). Статья называлась «Квалиметрия – наука об измерении качества продукции».

Зарождение квалиметрии обусловлено воздействием двух основных факторов. Во-первых, появлением в первой половине XX в. в экономически развитых странах многочисленных эмпирических методик количественной оценки качества (первоначально главным образом – качества продукции); во-вторых, необходимостью теоретического обоснования, а также повышения точности и надежности этих методик.

К концу 60-х гг. XX столетия группа научных работников (военный инженер-строитель Г. Г. Азгальдов; гражданские инженеры-машиностроители З. Н. Крапивенский, Ю. П. Кураченко, Д. М. Шпекторов; экономисты в области авиастроения А. В. Гличев и В. Н. Панов; архитектор М. В. Федоров), выявив методологическую общность способов количественной оценки качества совершенно разных объектов, осознала необходимость обобщения этих способов в рамках самостоятельной научной дисциплины.

Название этой дисциплины «квалиметрия» было дано на неофициальном «симпозиуме», который состоялся в Москве в ноябре 1967 г. в ресторане «Будапешт». Самому старшему участнику этого «симпозиума» (в переводе с древнегреческого термин «симпозиум» означает веселая пирушка холостяков) было 45 лет.

Участники симпозиума постановили, что конечной целью квалиметрологов является разработка и совершенствование методик, с помощью которых качество конкретно оцениваемого объекта может быть выражено одним числом, характеризующим степень удовлетворения данным объектом общественной или личной потребности.

Долго обсуждался сам термин «квалиметрия». Было решено, что, во-первых, он наиболее полно отражает суть дела, (*квали* по латыни – «какой, какого качества», а *метрео* на древнегреческом означает «мерить, измерять»). Во-вторых, этот термин понятен специалистам, говорящим на языках, на которых выходит 90 % всей мировой научно-технической литературы.

Рассматривались и другие термины, которые могли бы использоваться в первой части термина означающего «измерение качества» вместо корня «квали». Например: «тимема» (цена, вес); «эйной» (стоять); «дюнамис» (значение, сила); «себестай» (ценить, дорожить); «мететос» (важность, величина); «аксис» (оценка); «ропс» (цена, вес); «пойтос» (качество в философском смысле) и др. С точки зрения специалистов, любой из этих терминов сильно уступает корню «квали».

Точка зрения участников симпозиума по поводу становления и оформления «квалиметрии» была изложена в виде их дискуссионной вышеназванной статьи в январском номере журнала «Стандарты и качество» в 1968 г.

В течение всего 1968 г. на страницах этого журнала продолжалась международная дискуссия. Подавляющее большинство ее участников одобрили инициативу авторов первой статьи о необходимости объединения в рамках квалиметрии усилий всех тех, кто интересуется проблемой количественной оценки качества объектов любой природы.

Проблема качества никогда не теряет своей актуальности, она, по существу, постоянна. В XX столетии можно выделить три этапа развития страны. На каждом этапе отношение к проблеме качества разное.

В доперестроечный период лозунг борьбы за качество носил, скорее, политический, чем практический характер. Публично все поддерживали идею повышения качества, но практически механизм не работал.

В первые годы перестройки тему качества поднимал и обсуждал довольно узкий круг специалистов. Руководителей и коллективы предприятий в большей степени волновали вопросы приватизации. Рынок, как вакуум, втягивал и принимал любые товары, поэтому разговор о качестве на большинстве предприятий просто не воспринимался.

Сейчас рынок стал достаточно насыщенным и более стабильным, особенно в отношении продукции длительного пользования. Ряд мер по защите граждан от небезопасных товаров приняло государство. Качество, став причиной банкротства многих предприятий, сегодня воспринимается уже не как абстрактная категория, а как стратегическая задача, от успешного решения которой во многом зависит стабильность российской экономики, ее место в мировом производстве и распределении.

Назрела необходимость взглянуть на проблему качества с точки зрения новой экономической реальности. Настало время, когда производители продукции поняли, что путь их выживания и благополучия в рыночной среде – это создание продукции высокого качества, конкурентоспособной как на внутреннем, так и на внешнем рынках. Предприятия любой формы собственности, не уделяющие должного внимания проблеме качества, будут просто разорены.

Возникновение квалиметрии как науки связано с осмыслением проблемы измерения и количественной оценки качества в сочетании с проблемой управления качеством продукции.

При правильном подходе на предприятии к оценке качества выпускаемой продукции роль инженера-квалиметролога в обеспечении ее качества и

конкурентоспособности может стать огромной. Он должен правильно выявить потребительские требования, осуществить прогноз их изменений на достаточно длительный срок, необходимый для перестройки производства. Одновременно инженер-квалиметролог должен помнить, что только снижение цены продукции при одновременном повышении ее качества обеспечит конкурентоспособность. Поэтому он должен представлять себе возможности конструкторов и технологов и грамотно ставить перед ними задачу так, чтобы обеспечение потребительских требований не было связано с большими затратами на перестройку технологии. В тех случаях, когда для управления качеством продукции приходится использовать группу экспертов, инженер-квалиметролог должен методически правильно сформировать эту группу и правильно руководить ее работой. Методическую основу решения всех этих задач предоставляет квалиметрия.

1. КВАЛИМЕТРИЯ КАК НАУКА

1.1. Современное состояние квалиметрии

Современное состояние квалиметрии в стране характеризуется наличием ряда научных направлений и школ, что говорит о зрелости квалиметрии как науки.

Существенный вклад в изучение квалиметрии внесла московская научная школа (Г. Г. Азгальдов, А. В. Гличев, Э. П. Райхман, В. И. Синько и др.). Благодаря исследованиям московских ученых получили развитие как сама квалиметрия, так и ее приложения: определены общие методологические принципы квалиметрии, сформулированы положения аксиоматической теории оценивания качества, разработаны методологические основы структуризации свойств, выбора и классификации показателей качества, проведено теоретическое обобщение методов измерения и оценивания качества.

Санкт-Петербургская научная школа развивает ряд новых направлений квалиметрии (Ю. М. Андрианов, М. В. Лопатин, А. Е. Сафонов, А. И. Суббето, С. Б. Иванов, В. Е. Швец, Н. В. Хованов и др.).

Однако тот факт, что квалиметрия впервые была обоснована именно в России (точнее – в СССР), вызвал любопытные следствия.

Первое. Так уж сложилось, что в нашей стране подавляющее большинство новых научных направлений фактически признаются отечественными исследователями и входят в их повседневную деятельность только после того, как появляются зарубежные публикации (например, информатика, кибернетика, логистика, микроэкономика, макроэкономика, системотехника и т. д. были приняты нашими научными работниками без каких-либо возражений и без каких-либо специальных пояснений их необходимости и допустимости только потому, что они появились в нашей науке из науки зарубежной).

С квалиметрией было иначе. С момента появления этого термина и по сегодняшний день многие научно-технические специалисты, когда их впервые знакомишь с понятием «квалиметрия», задают вопрос «как обстоит дело с квалиметрией «за бугром», т. е. проявляют комплекс научной неосведомленности.

На фоне этого уже не очень удивляет факт беззастенчивого неуважения отдельными иностранцами наших отечественных исследований в области качества.

Второе. Некоторые специалисты, когда их знакомишь с квалиметрией, сразу же задают вопрос «чем квалиметрия отличается от других научных дисциплин, схожих с ней по методологии исследования, например, системным анализом, исследованием операций, аксиологией, теорией полезности».

Третье. В 1960–70-х годах после зарождения квалиметрии находилось довольно много отечественных научных исследователей, которые ставили под сомнение одно из ее главных положений – принципиальную возможность выражать в одном количественном комплексном показателе все много-

образии свойств, характеризующих качество какого-либо оцениваемого объекта. Такие сомнения отнюдь не высказывались применительно к зарубежным научным новинкам такого рода и появляются на страницах печати гораздо реже.

С момента появления первой статьи о необходимости и целесообразности квалиметрии как самостоятельной науки она развивалась очень медленно. Что касается расширения сферы приложения квалиметрии, то было опубликовано свыше двадцати монографий, посвященных применению квалиметрии в различных отраслях народного хозяйства. Темам, связанным с квалиметрией, посвящены сотни журнальных статей, защищены десятки диссертаций, статьи о квалиметрии помещены в Большой советской и экономической энциклопедиях. Выпущены в ряде вузов Москвы, Киева, Нижнего Новгорода, Калининграда пособия по применению квалиметрии в курсовом и дипломном проектировании. Проведены две всесоюзные научные конференции по квалиметрии – в Таллине (1972 г.) и Саратове (1988 г.). В Москве функционирует постоянно действующий научно-практический семинар по квалиметрии (в Санкт-Петербурге закрылся).

Вроде бы не плохо в абсолютных цифрах. Однако в относительных показателях, т. е. по отношению к потенциально возможной сфере ее применения, положение представляется не таким уж и радужным.

Квалиметрия имеет отношение к объектам любой природы, достаточно только, чтобы по отношению к этим объектам была применима категория «качество». Таких объектов огромное многообразие. Именно в силу всеохватывающего характера категории «качество», такой же всеохватывающий характер потенциально имеет и квалиметрия.

Однако не все из высокопоставленных представителей нашей научно-технической общественности придерживались такой точки зрения. В мае 1989 г. на специальном расширенном заседании президиума Союза научных и инженерных обществ, посвященном рассмотрению принципиальной возможности и необходимости реализации потенциала квалиметрии, разгорелась очень бурная дискуссия между противниками и сторонниками такой реализации.

Однако здравый смысл возобладал и в специальном обращении президиума в Правительство СССР была высказана просьба обсудить на правительственном уровне проблему использования квалиметрии. Председатель Совета Министров СССР для обсуждения этой проблемы и выработки соответствующих рекомендаций дал указание создать комиссию. Комиссия успела провести только одно заседание, так как поменялось руководство Советом Министров, резко ухудшилась управляемость политической и экономической ситуацией в стране. Вопрос об использовании потенциала квалиметрии был попросту забыт, перестав быть актуальным на фоне гигантских катаклизмов, потрясающих нашу страну. И если квалиметрия сейчас все же применяется (она введена в вузовские учебные программы подготовки специалистов по дисциплине «Управление качеством»), то это составляет малые доли процента от общего потенциала ее использования.

По тематике квалиметрии нет ни научно-исследовательских организаций, ни отделов, кафедр или лабораторий, которые бы сосредотачивались на исследованиях по проблематике и методологии квалиметрии. Развитие квалиметрии «вглубь» у нас в стране происходит не в таких темпах, в которых это могло и должно было быть.

1.2. Предмет и содержание квалиметрии

Квалиметрия как наука выступает в виде взаимосвязанной системы теорий, различающихся степенью общности, средствами и методами измерения и оценивания, предметной областью оценивания. К таким теориям могут быть отнесены:

общая квалиметрия, в которой разрабатываются общетеоретические проблемы (система понятий, теория измерения и оценивания, аксиоматика квалиметрии, теория квалиметрического шкалирования и т. п.);

специальная квалиметрия (по методам и моделям оценки) – экспертная, вероятностно-статистическая, индексная квалиметрия и т. д.;

предметная квалиметрия (по предмету оценивания) – квалиметрия продукции (техники), труда и деятельности, проектов, процессов и др.

Квалиметрия понимается как составная часть науки о качестве (**квалитологии**), взаимодействующей с другими составными частями – теорией качества и теорией управления качеством.

Теория качества – это область науки, предметом которой является исследование природы качества, изучение экономических, социологических, информационных аспектов качества продукции на этапах ее создания и применения.

Теория управления качеством – это область науки, занимающаяся разработкой научных основ и методов обеспечения и управления качеством.

1.3. Связь квалиметрии с другими науками

Квалиметрия – междотраслевая научная дисциплина, в этом одно из ее основных отличий от многих наук (или научных областей). Действительно, квалиметрия необходима во всех тех случаях, когда нужно дать количественную оценку качества какого-либо объекта. Но это не значит, что без квалиметрии такие оценки не возможны – их получали и продолжают получать, не прибегая к квалиметрическому аппарату (но эти оценки, за редким исключением, менее точны). Междотраслевой характер квалиметрии сам по себе еще не определяет ее место среди других отраслей знаний. Квалиметрия взаимосвязана с некоторыми отраслями науки, изучающими в определенных отношениях те же проблемы, что и квалиметрия.

Метрология. Одна из первых операций, предусмотренных при оценке качества – это вычисление оценок отдельных свойств качества. Для этого необходимо знать значения абсолютных показателей этих свойств. В подав-

ляющем большинстве случаев такие показатели измеряют путем физического эксперимента с помощью приборов. Таким образом, квалиметрия использует полученные в метрологии данные как фундамент для своих дальнейших построений.

Экспериментальная психология. Важную роль в квалиметрии играют экспертные методы, но развитие экспертных методов немислимо в отрыве от данных, получаемых в экспериментальной психологии: данных о психофизиологических возможностях человека (эксперта), требований к психологическим характеристикам экспертов, рекомендаций по наиболее правильной процедуре проведения экспертного опроса и т. д. Таким образом, использование в квалиметрии экспертных оценок вызывает потребность в ее тесном контакте с экспериментальной психологией.

Прикладная математика. Часть проблем квалиметрии имеет математический характер. Взаимосвязь квалиметрии и прикладной математики заключается в том, что первая использует методы, приемы, принципиальные подходы, разработанные во второй. Квалиметрия является «потребителем» той «продукции», которую «производит» прикладная математика.

Исследование операций – это научная дисциплина, изучающая методы, с помощью которых человек может определить наиболее целесообразную стратегию своего поведения – принять правильное решение. Именно квалиметрия разрабатывает критерии оптимизации (т. е. критерии качества), которые используют в исследовании операций при решении задач, связанных с оптимизацией параметров качества. Квалиметрия, в свою очередь, пользуется методами исследования операций.

Аксиология (теория ценностей) – намечает общие подходы к оценке всех тех категорий, которые представляют ценность для человека: духовных, этических, эстетических, материальных. Качество какого-то объекта представляет материальную (в некоторых случаях и духовную) ценность для человека, оно является, с одной стороны, объектом изучения аксиологии, а с другой – объектом количественного анализа в квалиметрии. Таким образом, аксиология так относится к квалиметрии, как экономика – к эконометрии, биология – к биометрии и т. д.

Теория экономической эффективности. В теории экономической эффективности используют многочисленные критерии эффективности, имеющие общую особенность: все они строятся на сопоставлении результатов, получаемых при проведении того или иного хозяйственного мероприятия, с затратами на это мероприятие. Квалиметрические оценки, включаемые в расчеты экономической эффективности, помогают обеспечить сопоставимость сравниваемых вариантов и повышают точность этих расчетов. Таким образом, квалиметрия обеспечивает получение данных, которые необходимы для использования в теории экономической эффективности.

2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТОДОЛОГИИ КВАЛИМЕТРИИ

2.1. Базовая квалиметрическая терминология

Объект – любой предмет (процесс, явление) материальный или идеальный (мысленный), одушевленный или неодушевленный, естественный или искусственный, продукт труда или продукт природы. Иногда в определении объектов квалиметрии ограничиваются только продуктами труда, что не верно. В смежных с квалиметрией научных дисциплинах (системный анализ, теория принятия решений, исследование операций и др.) применяют и иные термины, схожие по смыслу с термином «объект»: альтернатива, система, вариант, допустимое решение, стратегия и т. д.

Свойство – черта, особенность, характеристика объекта, проявляющаяся при его производстве (создании) или потреблении (применении, использовании, эксплуатации).

Важно понять: свойство – это не просто черты (особенности, характеристики) объекта, а только те из них, которые проявляются в процессе производства или потребления (применения, использования, эксплуатации). В дальнейшем будем использовать один общий термин «потребление» вместо четырех – «потребление», «применение», «использование», «эксплуатация».

Известно, например, что любое изделие из ферромагнетиков характеризуется наличием магнитострикции – способностью изменять свою форму и размеры под влиянием изменения магнитного поля. Рассмотрим два вида продукции, изготовленной из ферромагнетиков (сталей) – наручные механические часы и скобяные изделия. Понятно, что магнитострикция присуща им обоим.

У часов магнитострикция проявляется в том отношении, что под влиянием сильного воздействия магнитного поля ухудшается точность их хода. Что касается скобяных изделий, то явление магнитострикции в физическом смысле, конечно же, тоже имеет место в процессе эксплуатации. Однако по своим последствиям магнитострикция никак не отражается на способности скобяных изделий успешно выполнять свою функцию (допустим для дверной ручки – закрывать с помощью ее дверь). Значит, для этих изделий можно считать, что магнитострикция не проявляется в процессе их потребления (не в физическом, а в экономическом, потребительском смысле).

Следовательно, для такого объекта, как часы, реакция на магнитострикцию должна трактоваться как одно из его свойств, а для скобяных изделий это не считается свойством в том смысле, который очерчен введенным выше определением термина «свойство».

Сложное свойство – такое свойство, которое может быть подразделено (разбито) на два или больше других менее сложных свойств. Например: свойство «объем объекта» является сложным, поскольку для объектов правильной формы оно может быть подразделено на совокупность двух менее

сложных свойств – площади и высоты.

Простое свойство – такое свойство, которое не может быть подразделено на совокупность двух или более других менее сложных свойств. Например, свойства «длина», «ширина» и «высота» для объекта правильной формы являются простыми, поскольку каждое из них не может быть подразделено на совокупность каких-либо еще менее сложных свойств.

Качество – сложное свойство, представляющее собой совокупность всех тех и только тех свойств, которые характеризуют получаемые при потреблении объекта результаты (как желательные, положительные, так и нежелательные, отрицательные).

Отметим следующее:

1) к числу свойств, формирующих качество, не относятся свойства, проявляющиеся в процессе производства (создания, формирования, изготовления) объектов;

2) весь жизненный цикл объекта условно считается состоящим только из двух обобщенных этапов – производства и потребления;

3) к числу свойств, формирующих качество, не относятся свойства, характеризующие затраты на производство и потребление объекта.

Все эти разъяснения относятся в основном к предметам труда, для объектов других типов должны быть даны несколько иные пояснения, но мы их не будем рассматривать.

Следовательно, при анализе качества объекта можно (и нужно) абстрагироваться от технологии производства объекта, от затрат на него на этапе производства и потребления, а анализировать только получаемые на этапе потребления результаты. Однако в реальной жизни учитывать только результаты и не принимать во внимание затраты возможно лишь в очень редких ситуациях, поэтому необходимо дать определения тем свойствам, которые связаны с затратами на него.

Экономичность – сложное свойство, представляющее собой совокупность всех тех и только тех свойств, которые характеризуют понесенные обществом при производстве и потреблении объекта затраты.

Из определения терминов «качество» и «экономичность» следует, что все множество свойств объекта может быть разделено на два непересекающихся подмножества: свойства, образующие качество объекта и свойства, образующие его экономичность.

Поскольку потребителей объекта, как правило, не интересует только качество объекта без учета его экономичности или только экономичность объекта без учета его качества, в квалиметрии возникла необходимость иметь такую характеристику, которая бы учитывала все множество свойств объекта, связанных и с получаемыми при потреблении объекта результатами (качеством), и с понесенными при этом затратами (экономичностью). Эта характеристика получила название «интегральное качество».

Интегральное качество – наиболее сложное свойство объекта, представляющее собой совокупность свойств качества и экономичности (т. е. результата и затрат). На практике часто встречаются не абсолютные, но отно-

сительные термины – синонимы к приведенным выше терминам. Так, «качество» – результат, эффект, потребительная стоимость, полезность и др. «Экономичность» – затраты, стоимость, совокупная стоимость, приведенные затраты. «Интегральное качество» – эффективность.

Количественное оценивание качества (или интегрального качества) – процесс, на выходе которого получается в комплексной, количественной форме информация о качестве (или интегральном качестве) объекта с учетом не отдельных, а одновременно всех его свойств. Для простоты используют термин «качество», если специально не оговорено применять вместо термина «качество» термин «интегральное качество».

В квалиметрии вместо термина «оценивание» часто применяется близкий по форме термин «оценка». Первый из них более предпочтителен, поскольку второй означает и процесс, и результат процесса. Правильно будет применять для обозначения процесса термин «оценивание», а для результата этого процесса – термин «оценка».

В общем случае процесс оценивания качества объекта разбивается на два основных этапа: создание методики оценивания качества (МОК) и ее использование для непосредственного оценивания. Естественно, когда МОК создается для многократного ее применения (оценивается качество всего множества объектов одного и того же назначения), то этап разработки МОК для всех объектов, кроме первого, отсутствует (поскольку методика уже была разработана ранее).

Квалиметрия – научная дисциплина, изучающая методологию и проблематику комплексного оценивания качества объектов любой природы.

2.2. Универсальный метод познания. Диалектика познания

Познавательная способность человека встречается с бесконечным разнообразием явлений, видов, форм. Качество пронизывает все стороны мироздания и является ключевым фактором социального устройства и деятельности людей. Качественная характеристика имеет также фундаментальное значение для понимания человеческой сущности, духовной культуры.

Качеством, таким образом, обусловлена целостность природного и социального мира и его многообразие.

Одним из первых категорию «качество» рассмотрел древнегреческий мыслитель Аристотель. По его мнению, то, что существует само по себе, и образует качество. И качество стоит на втором месте после сущности.

Качество рассматривается Аристотелем в следующих значениях:

- а) как видовое отличие сущности;
- б) как характеристика состояний сущности;
- в) как свойство вещи.

Таким образом, по Аристотелю, категория «качество» проявляется во многих отношениях. Первый вид качества выражает устойчивость предмета, его отличия от других вещей. Второй и третий – это состояния, свойства, которые способны изменяться и переходить друг в друга. Аристотелевское по-

нимание качества на многие столетия определило последующее развитие мысли. Основное внимание обращалось на предметный характер качества.

Идея системного понимания качества принадлежит Гегелю и Марксу. В философской системе Гегеля исходными логическими моментами бытия выступают качество, количество и мера.

«Качество, – подчеркивает Гегель, – есть в первую очередь тождественная с бытием определенность, так что нечто перестает быть тем, что оно есть, когда оно теряет свое качество. Количество есть, напротив, внешняя бытию, безразмерная для него определенность. Третья ступень бытия, мера, есть единство первых двух, качественное количество». Гегель выявил диалектику качества и количества, их взаимоопределяемость. Качество есть в себе количество, а количество в себе – качество. Такое понимание соотношения качества и количества открыло возможность функционального подхода к качеству, выражению его через количественные показатели.

Идея качества присуща русской культуре. Русские философы уделяли большое внимание проблемам качества, подчеркивая его ценностную значимость, его системный характер. Существенным было то, что качество прежде всего связывалось с духовностью. Писал о качестве В. С. Соловьев, используя понятие качества при анализе нравственно-философских проблем.

Л. П. Красавин связывал наличие субъекта, его сознание и самосознание с обязательностью его качества.

С более широких мировоззренческих позиций к проблеме качества подошел И. А. Ильин, который увязал в одно целое качество и судьбу России: «качество необходимо России: верные, волевые, знающие и даровитые люди; крепкая и гибкая организация; напряженный и добросовестный труд; выработанный первосортный продукт, высокий уровень жизни. Новая общественная эпоха нужна нашей Родине, эпоха, которая исцелила бы, зарастила бы все язвы революционного времени».

Что же понимается под термином «качество»? Исторически сложилось так, что термин «качество», в отличие от большинства других терминов, развивался в рамках двух отдельных областей: во-первых, качество было и остается одной из важнейших категорий философии; во-вторых, качество все больше становится не менее важным понятием и термином практически в любой отрасли современного материального производства.

Трактовка первая: качество – это существенная определенность объекта (т. е. предмета, явления или процесса), в силу которой он является данным, а не другим объектом, т. е. сама определенность, которая отличает, например, человека от собаки.

Эта трактовка была основной в течение многих столетий и только в XX в. она постепенно стала выходить из практического употребления, так что сегодня ею интересуются в основном только профессиональные философы.

Понятно, что говорить о количественном выражении оценивания качества в такой его трактовке бессмысленно.

Трактовка вторая: качество – это один из существенных признаков, свойств, особенностей, характеризующих данный объект. Или, как говорил Аристотель: «...например, теплота и холодность, белизна и чернота, тяжесть и легкость, и равно другие подобные определения...».

Качество в этом смысле уже давно и довольно успешно выражается количественно с помощью аппарата таких общих наук, как метрология, товароведение и др.

Поскольку в современной научно-технической литературе стремятся избавиться от многозначности терминов, приведенная выше трактовка практически вышла из употребления. И вместо термина «качество» в этом смысле применяют термин «свойство».

Третья трактовка: качество – это совокупность свойств объекта, проявляющихся в процессе его использования (функционирования, применения, потребления, эксплуатации) по назначению.

Иначе говоря – это характеристика объекта, позволяющая определить с учетом всех свойств объекта и в количественной форме, насколько хорош этот объект в использовании.

Данная третья трактовка в настоящее время стала преобладающей, почти единственной. Это следствие научно-технического прогресса, когда в мире ежегодно появляется огромное количество отличающихся по качеству разновидностей товаров одного и того же назначения. Естественно, что появилась практическая потребность в многочисленных методиках количественного оценивания качества, а следовательно, и потребность к специальной дисциплине квалиметрии, обеспечивающей научное обоснование таких методик.

Аналогичные процессы эволюции происходят и по отношению к таким понятиям, как качество работы и качество проекта.

ГОСТ 15 467–70 «Качество продукции. Термины» дает различные понятия для качества в производственно-техническом смысле:

качество продукции – совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением;

единичный показатель качества продукции – показатель качества продукции, относящийся только к одному из ее свойств;

комплексный показатель качества продукции – показатель качества продукции, относящийся к нескольким ее свойствам;

интегральный показатель качества продукции – комплексный показатель качества продукции, отражающий отношение суммарного полезного эффекта от эксплуатации или потребления продукции и суммарных затрат на ее создание и эксплуатацию или потребление.

Несмотря на обилие имеющихся формулировок понятия «качество», качество может рассматриваться, во-первых, как одно какое-то свойство, признак, особенность предмета или явления чему как раз в какой-то степени и соответствует главное (единичное) качество, во-вторых, как обобщенная характеристика, суммирующая все эти отдельные свойства предмета или явления, что как раз относится к понятиям интегрального качества (качество, определяемое совокупностью всех функциональных, эстетических и экономических свойств).

2.3. Мера качества

Для того чтобы улучшить качество, нужно прежде всего уметь его количественно определять. Оценка качества – это первый и основной этап системы управления качеством. Поэтому необходимо разработать объективные методы оценки качества.

Качество и количество продукции – это результат производственного процесса. Этот результат в сфере потребления формирует эффект, представляющий собой меру качества этой продукции.

Под мерой качества понимается отображение качества R или его подмножеств – отдельных свойств или их групп $\{r_i\} \subset R$ на множество вещественных чисел Re .

Если обозначить меру символом μ , а отображение, как принято в математике, стрелкой « \rightarrow », то в символической записи мера качества будет иметь вид

$$\mu: R \rightarrow Re \text{ или } \mu: \{r_i\} \rightarrow Re.$$

Или мера качества рассматривается как отображение измерения, приписывающее качеству, свойству или группе свойств число.

Синонимом меры качества является показатель качества: $\mu \sim p$.

В отображении вместо множества Re можно использовать множество смысловых единиц Se типа «отличный», «хороший», «пригодный», «непригодный» и т. д. Такую меру называют семантической мерой качества. В символической записи она будет выглядеть как

$$S: R \rightarrow Se \text{ или } S: \{r_i\} \rightarrow Se.$$

Понятие семантической меры включает в содержание квалиметрии не только количественную, но и семантическую (качественную) оценку.

К основным типам мер качества относят отображение шкалирования и отображение свертывания (комплексирования, агрегирования, обобщения).

Шкалированием называется мера качества, вводящая упорядочивающие отношения на измеряемом множестве свойств $\{r_i\}$ или их мер.

Шкалирование на множестве мер называется производным шкалированием. Его синоним – «функциональное» преобразование шкал.

Понятию семантической меры соответствует семантическое шкалирование.

Таким образом, к понятию шкалирования относятся все типы шкалирования: метрического (отношений, разности, интервального), порядкового, номинального, семантического и их различных сочетаний.

2.4. Оценка качества

В квалиметрии употребляются два термина: измерение и оценка.

Под количественной оценкой в квалиметрии понимается некоторая функция отношения (выраженная чаще всего в %) показателя качества рассматриваемой продукции к показателю качества продукции, принятой за эталон.

Рассмотрим простейший пример, характеризующий различие между измерением и оценкой. Контрольный образец бетона при испытании показал прочность на сжатие 250 кг/см^2 . В данном случае число 250 – это результат измерения качества, т. е. показатель качества.

Но чтобы оценить, хорош бетон или плох, нужно показатель качества сравнить с базовым. Предположим, проектная прочность бетона должна быть 300 кг/см^2 . Тогда оценка будет равна: $250/300 = 0,83$. Если же проектная прочность должна быть равна 200 кг/см^2 , оценка качества будет: $250/200 = 1,25$.

Таким образом, приняв, что измерение есть определение величины мерой, можно сказать, что 0,83 и 1,25 – результаты измерения значения с использованием различных мер (300 – в первом случае, 200 – во втором).

Комплексная оценка качества складывается из оценки отдельных показателей (дифференциальных).

Качество продукции определяется как отношение существующих характеристик продукции к характеристикам эталона (базового образца):

$$K_i = (P_i/P_{\text{баз}})\varphi, \quad (2.1)$$

где i – относительный показатель технического уровня оцениваемой продукции по i -й характеристике.

2.5. Показатели качества

Качество в квалиметрии рассматривается как некоторая иерархическая совокупность свойств, 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. 2.1](#).

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.

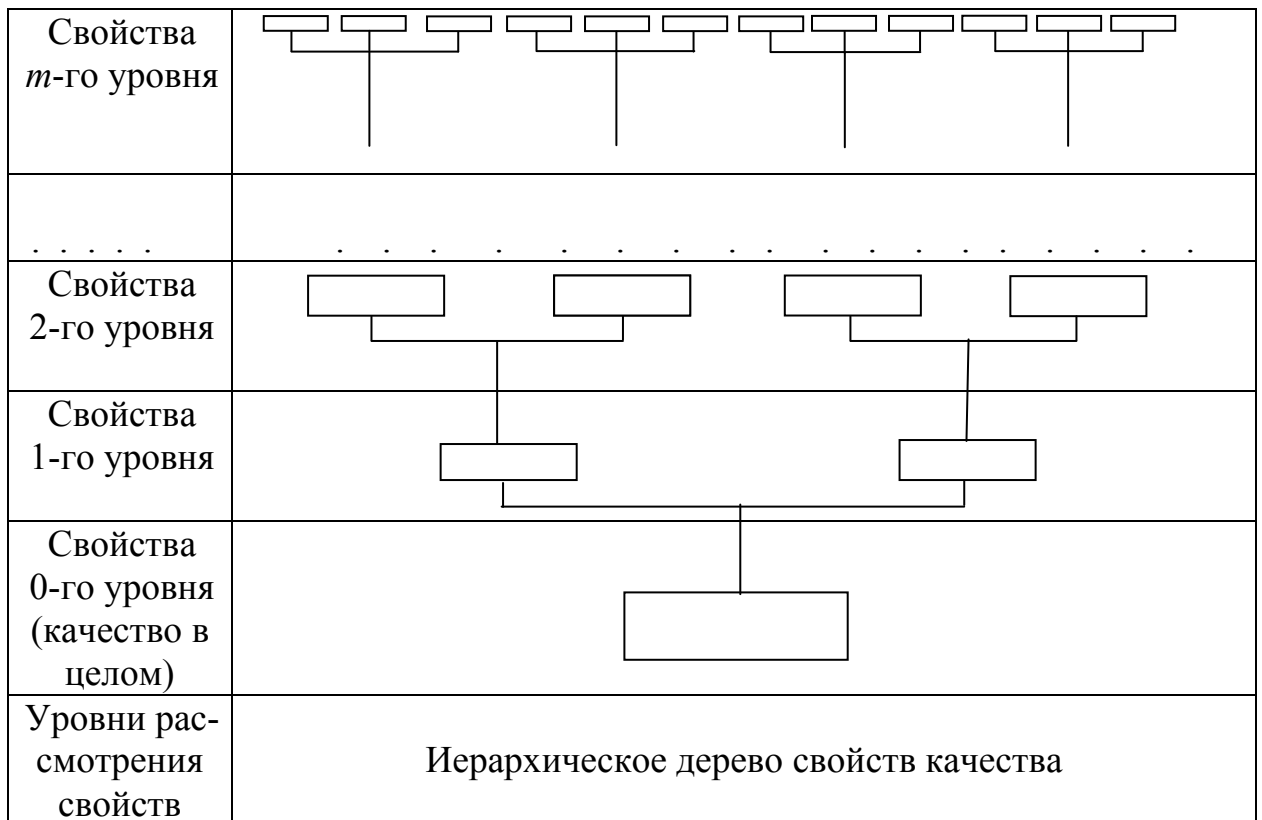


Рис. 2.1. Дерево свойств качества

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 (j – число свойств, лежащих на i -м уровне).

Абсолютные показатели ничего не говорят о свойстве с точки зрения «много-мало», «хорошо-плохо» и т. д.

Чтобы определить уровень свойства необходимо определить относительный показатель K_{ij} :

$$K_{ij} = f(P_{ij}; P_{ij}^{\text{баз}}), \quad (2.2)$$

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

Если показатель характеризует одно свойство – это единичный показатель, все или несколько – это комплексный.

Оценивают уровень качества в результате сравнения рассматриваемой продукции с базовой путем сравнения показателей:

$$K_{ij} = \varphi(P_{ij}/P_{ij}^{\text{баз}}), \quad (2.3)$$

т. е. оценка любого свойства K_{ij} зависит от выбранного базового показателя

$P_{ij}^{\text{баз}}$. Иначе говоря, вне выбранного эталона нельзя говорить об оценке качества. При этом необходимо также уточнить, какие требования предъявляются к продукции, т. е. в каких условиях будет потребляться объект. Поэтому один и тот же объект может иметь несколько различных оценок качества.

Качество оценивается с точки зрения определенной потребности, но вся совокупность потребностей может быть разбита на две основные группы: потребность каждого потребителя в отдельности; усредненные потребности какой-то группы потребителей.

Можно сказать, что потребности первой группы можно удовлетворить продуктами труда, имеющими индивидуальную потребительскую стоимость, а второй – общественную потребительскую стоимость.

Таким образом, качество любого продукта труда может оцениваться с точки зрения отдельного индивидуума (бесчисленное количество различных оценок качества) и с точки зрения общественной потребности.

В квалиметрии оценка качества K определяется с точки зрения общественной потребности (в роли которой часто фигурирует средняя потребность большинства членов общества).

Показатели абсолютные простых свойств характеризуются тем, что каждое простое свойство имеет свою размерность, и значение абсолютного показателя простого свойства P_{ij} не зависит от времени измерения.

Показатель любого свойства, в том числе и показатель качества в целом, зависит от абсолютных показателей простых свойств P_{ij} , т. е. чтобы вычислить показатель качества, нужно свести воедино показатели простых свойств P_{ij} .

Все они имеют разную размерность, поэтому необходимо с помощью специальных приемов на единой методологической основе перевести все простые свойства из шкал с разными размерностями в шкалу, имеющую единую размерность (или безразмерную). Эта операция носит название «трансформация шкал».

В квалиметрии считается, что любое свойство качества может быть определено двумя числовыми параметрами: весомостью (важностью q) и оценкой качества (K). Правда в некоторых методиках весомость учитывается разными по размеру шкалами.

Во многих методиках принимается, что весомость всех свойств, находящихся на одном и том же уровне,

$$\sum_{j=1}^n q_{ij} = 1, \quad (2.4)$$

в других

$$\sum_{j=1}^n q_{ij} = 10,100,18. \quad (2.5)$$

Однако все методики подчиняются одному правилу: весомости всех свойств, находящихся на одном уровне, связаны друг с другом так, что сумма весомостей всегда остается постоянным, заранее заданным числом:

$$\sum_{j=1}^n q_{ij} = \text{const.} \quad (2.6)$$

Весомость и оценка свойства i -го уровня определяется требованиями со стороны связанного с ним свойства $(i - 1)$ -уровня.

2.6. Номенклатура показателей качества

В настоящее время существует множество классификаций свойств, которые нужно учитывать при комплексной оценке качества. На [рис. 2.2](#) предложена наиболее полная номенклатура свойств по различным классификационным признакам.

2.7. Комплексирование показателей качества

Как известно, при вычислении комплексной оценки K_0 в подавляющем числе случаев применяют одну из средневзвешенных формул (арифметическую, геометрическую, гармоническую), а также применяют принципы теории машинного «распознавания образов».

Средневзвешенная арифметическая:
без учета коэффициента весомости

$$K_0 = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n}; \quad (2.7)$$

с учетом коэффициента весомости

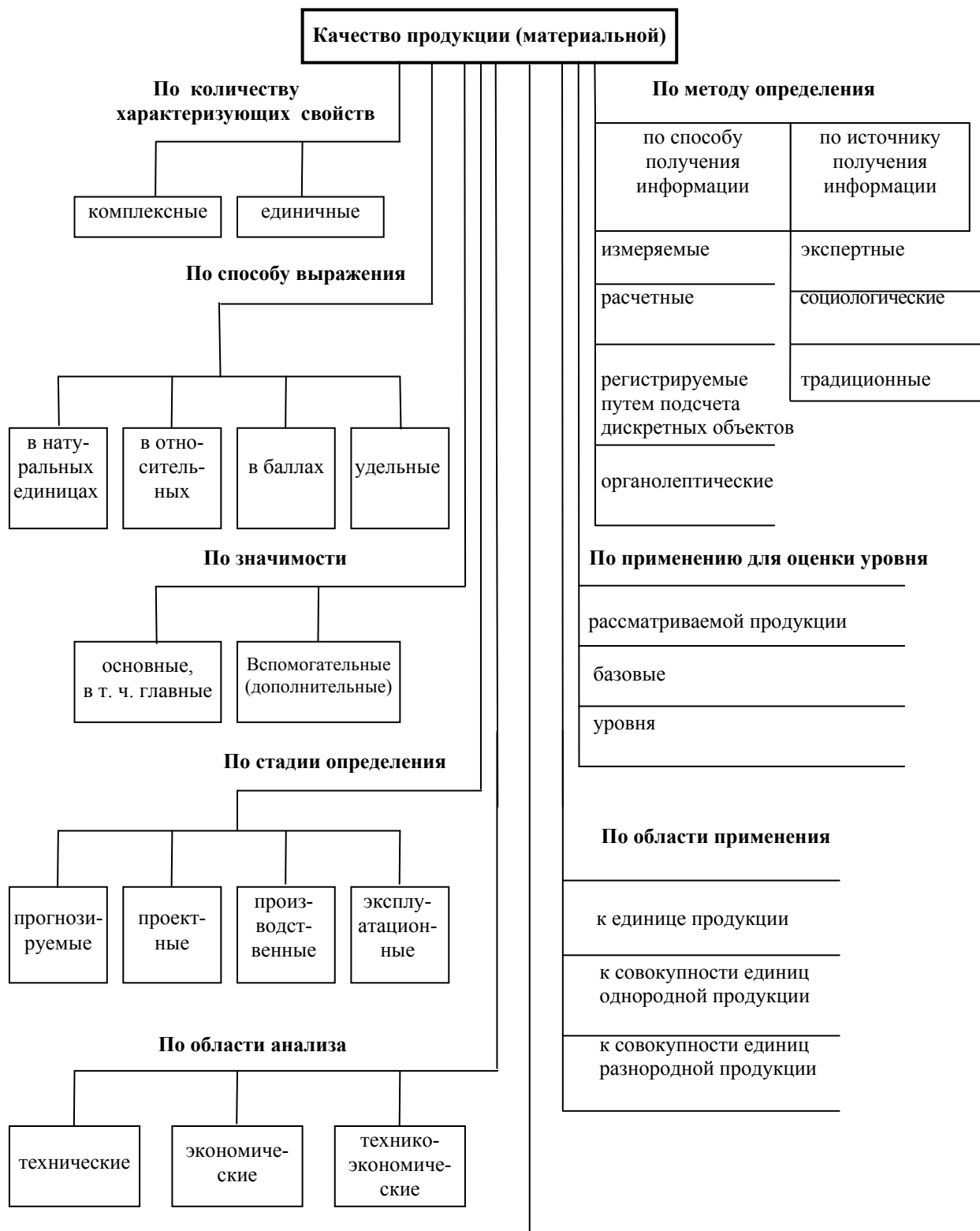


Рис. 2.2. Номенклатура свойств по различным классификационным признакам

По характеризваемым свойствам

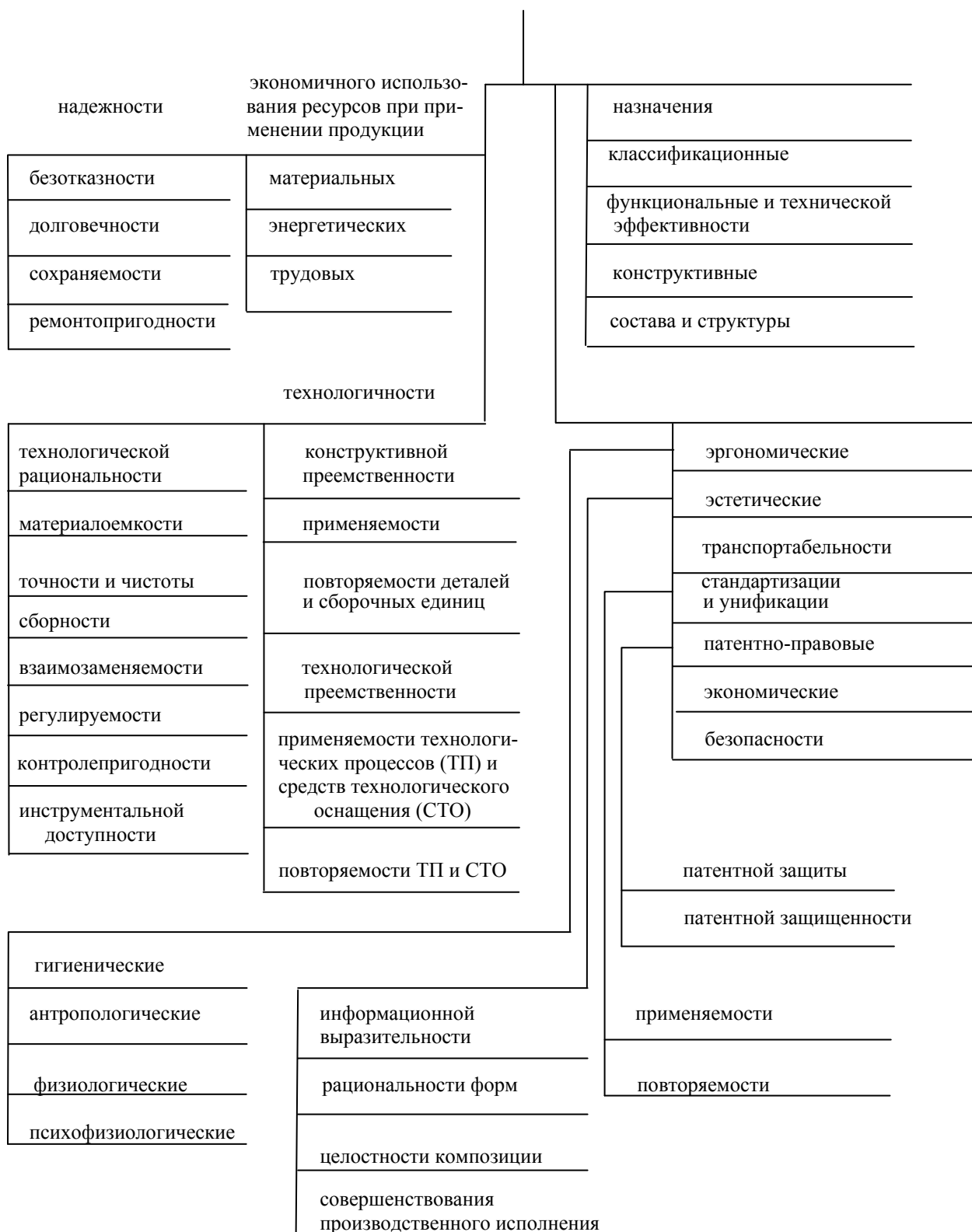


Рис. 2.2. Окончание

$$K_0 = P_i \cdot q_i, \quad (2.8)$$

где K_i – единичный относительный показатель качества; P_i – единичный абсолютный показатель качества; q_i – коэффициент весомости.

Большинство советских и зарубежных исследователей при разработке методов комплексной оценки качества с учетом весомости свойств отдают предпочтение этому методу благодаря простоте вычисления. Результат в этом случае в равной степени зависит от всех усредняемых величин. Именно это многие специалисты считают недостатком.

По методике, разработанной З. Н. Крапивенским, Ю. П. Кураченко и Д. М. Шпекторовым, комплексный показатель качества определяют по формуле

$$П_K = K_1 \frac{1}{A} + K_2 П_T + K_3 П_C + K_4 П_{П.П.З} + K_5 П_Э, \quad (2.9)$$

где A – комплексный технико-экономический показатель; $П_T$ – технический показатель; $П_C$ – показатель уровня стандартизации; $П_{П.П.З}$ – показатель патентно-правовой защиты; K_1, K_2, K_3, K_4, K_5 – коэффициенты весомости (по-другому – весомость); $П_Э$ – показатель экономичности.

Среднегеометрическая:

$$K_0 = \sum q_i \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n K_i^{q_i}}; \quad (2.10)$$

модификация этого метода (способ «ПОЕД»)

$$K_0 = \sqrt[4]{T \cdot Э \cdot Ф \cdot П}, \quad (2.11)$$

где T – сводный показатель конструктивно-технических качеств; $Э$ – сводный показатель производственных и эксплуатационных затрат; $Ф$ – сводный показатель выполняемых изделием рабочих функций; $П$ – сводный показатель потребительских качеств (красоты, удобства, пользы и т. д.).

Обосновывая правильность применения средней геометрической, приводят следующие доводы. Средняя геометрическая обладает свойством обращать комплексную оценку качества в нуль, если оценка одного из показателей равна нулю. Но этого можно добиться и другими, довольно элементарными математическими приемами. Поэтому можно сказать, что выбор из семейства средних (14 средневзвешенных), а именно средней арифметической или геометрической, к сожалению не достаточно убедителен.

Среднегармоническая:

$$K_0 = \frac{\sum_{i=1}^n q_i}{\sum_{i=1}^n \frac{q_i}{K_i}}. \quad (2.12)$$

Эта функция занимает некоторое промежуточное положение между средней арифметической и геометрической.

Во-первых, она как среднегеометрическая, учитывает разброс показателей вокруг среднего значения. Например: изделие с тремя равными по весомости свойствами, которые имеют, например, оценки $K_1 = 0,8$; $K_2 = 0,8$; $K_3 = 0,8$, лучше изделия с оценками $K_1 = 0,5$; $K_2 = 0,9$; $K_3 = 1$, хотя среднеарифметические у них равны.

Следовательно, чем больше разброс оценок свойств, тем менее правомочно применять среднеарифметическую.

Второе достоинство средней гармонической – простота вычисления.

Пример: оценить качество двух машин, которое определяется тремя свойствами:

производительность P_n ;

долговечность P_g ;

удобством управления P_y .

$$1) P_n^1 = 40 \text{ шт./ч}, P_g^1 = 13\,000 \text{ ч}, P_y^1 = 4 \text{ балла};$$

$$2) P_n^2 = 140 \text{ шт./ч}, P_g^2 = 5\,000 \text{ ч}, P_y^2 = 8 \text{ баллов};$$

$$\text{эталон } P_n^{\text{баз}} = 150 \text{ шт./ч}, P_g^{\text{баз}} = 14\,000 \text{ ч}, P_y^{\text{баз}} = 10 \text{ баллов}.$$

Допустим, весомость найдена экспертным путем:

$$q_n = 0,5; q_g = 0,4; q_y = 1,0 \text{ и } \sum_{i=1}^3 q_i = 1.$$

$$K_i = \frac{P_i}{P_i^{\text{баз}}},$$

тогда комплексные оценки

$$\frac{K_a^2}{K_a^1} = \frac{\frac{140 \cdot 0,5}{150} + \frac{5000 \cdot 0,4}{14000} + \frac{8 \cdot 0,1}{10}}{\frac{40}{150 \cdot 0,5} + \frac{13000}{14000 \cdot 0,4} + \frac{4}{10 \cdot 0,1}} = 1,26;$$

$$\frac{K_{\Gamma}^2}{K_{\Gamma}^1} = \frac{\left(\frac{140}{150}\right)^{0,5} \cdot \left(\frac{5000}{14000}\right)^{0,4} \cdot \left(\frac{8}{10}\right)^{0,1}}{\left(\frac{40}{150}\right)^{0,5} \cdot \left(\frac{13000}{14000}\right)^{0,4} \cdot \left(\frac{4}{10}\right)^{0,1}} = 1,37;$$

$$\frac{K_{\text{гар}}^2}{K_{\text{гар}}^1} = \frac{\frac{1}{\frac{0,5}{140/150} + \frac{0,4}{5000/14000} + \frac{0,1}{8/10}}}{\frac{1}{\frac{0,5}{40/150} + \frac{0,4}{15000/14000} + \frac{0,1}{4/10}}} = 1,43.$$

Таким образом, расхождение оценок, вычисленных по формулам различных средних, достаточно велико, поэтому решить вопрос выбора средней без серьезного и глубокого анализа не возможно.

Среднеарифметическая, как и другие средние, предполагает отсутствие корреляции между отдельными свойствами. Однако на самом деле многие свойства взаимосвязаны.

Следовательно, модели, основанные на использовании средних, являются достаточно грубыми и требуют разработки более точных и достоверных моделей.

2.8. Доводы против комплексной оценки качества

Главные наиболее часто встречающиеся доводы против применения комплексной оценки следующие.

1. Качество представляет собой совокупность различных полезных свойств, каждое из которых имеет свою единицу измерения. Это различие в единицах измерения и не позволяет объединить многочисленные показатели свойств продукции в единый комплексный показатель качества.

Однако этот довод теряет силу, если сопоставление свойств ведется не непосредственно через их абсолютные показатели, а опосредованно, с помощью некоторых безразмерных функций этих показателей.

Например, каждое свойство может быть охарактеризовано безразмерной функцией отношения

$$K_i = f\left(\frac{P_i}{P_i^{\text{баз}}}\right), \quad (2.13)$$

где P – показатель свойства в соответствующих единицах измерения; $P_i^{\text{баз}}$ – базовый показатель, выраженный в тех же единицах измерения.

В частном случае $K_i = \frac{P_i}{P_i^{\text{баз}}}$.

2. Единичные показатели качества, т. е. показатели только отдельных свойств, имеют определенную размерность, а следовательно, и определенный физический смысл. Комплексная же оценка, выраженная в безразмерных единицах (баллах или процентах), конкретного физического смысла не имеет.

Сторонники комплексной оценки приводят следующие доводы:

во-первых, показатели отдельных свойств различных видов продукции выражаются в безразмерных единицах (процентах влажности, растворимости, жирности и др.);

во-вторых, безразмерная комплексная оценка качества имеет определенный физический смысл, она показывает степень приближения показателя качества к базовому.

3. Любая методика комплексной оценки качества строится на предположении о неодинаковой весомости (важности) сопоставляемых между собой отдельных полезных свойств. Эти весомости, вводимые в расчет, находят так называемым экспертным методом как среднеарифметические значения, полученные в результате обработки мнений небольшого числа специалистов (носят субъективный характер).

Подобное положение в некоторых методиках действительно имеет место. Но экспертный опрос – не единственный способ определения отдельных свойств качества. Существуют и другие – стоимостный способ, способ статистической обработки проектов и т. д.

4. Использование комплексных показателей качества создает возможность для «прикрытия» низкого уровня одних свойств более высоким других. Такоекрытие одних свойств другими возможно далеко не всегда и не во всех пределах.

Например, сравниваются два проекта квартир, у которых показатели естественной освещенности жилых комнат превышают нижнюю границу гигиенических норм, но отличаются друг от друга. Худший показатель естественной освещенности в одной квартире может компенсироваться в комплексной оценке каким-то другим лучшим показателем (например, большей площадью) и наоборот. Однако такая закономерность сохраняется только до тех пор, пока показатель естественной освещенности одной из квартир не опустился ниже минимально допустимой гигиенической нормы. В этом случае качество самой роскошной квартиры упадет очень низко.

И второе. Как обеспечить, чтобы математическая модель комплексного

показателя учитывала важность и допустимые пределы изменения показателей отдельных свойств? Нужно, чтобы комплексный показатель падал до нуля в тех случаях, когда какое-то из главнейших свойств качества выходит за допустимые пределы. Существует целый ряд возможных решений этой проблемы (например, использование «коэффициента вето»).

5. Применение комплексного показателя качества связано с учетом не всех, а только небольшого числа из общей совокупности свойств, характеризующих качества. Таким образом, в комплексной модели происходит упрощение, огрубление реально существующего качества. Однако определенная упрощенность модели качества по сравнению с самим качеством присуща ей в такой же мере, как и в любой другой научной модели. И по мере развития науки (по мере познания свойств качества) эта степень упрощения будет становиться все меньше и меньше.

6. Оценка качества требует глубокого анализа всех важных свойств, который присущ только дифференциальной оценке. Этот довод основан на недоразумении. Дифференциальная и комплексная оценки – не два различных подхода, а два последовательных этапа.

Комплексная оценка невозможна без дифференциальной. Обычно из большого числа свойств, характеризующих данный объект, выбираются свойства, которые важны для удовлетворения определенных потребностей, и следовательно, их необходимо учитывать при оценке этих свойств, как правило, значительно меньше, чем свойств, полностью характеризующих качество. Затем отобранные свойства оцениваются тем или иным способом. Получение таких отдельных оценок и является целью дифференциального метода. Лишь после этого можно приступить к последующим этапам, выполнение которых приводит к комплексной оценке. Следовательно, и комплексный метод невозможен без глубокого анализа.

7. Весомость отдельных свойств продукции зависит от условий ее потребления, поэтому для разных условий следует назначить разные коэффициенты весомости. Для этого необходимы хорошо налаженная система информации с обратной связью между изготовителем и потребителем и выполнение такого большого объема вычислительных работ, который практически невозможен.

Данное положение трудно признать правильным. Было бы неправильно считать, что государственная система управления качеством может функционировать без всеобъемлющей, объективной и оперативной информации. Информация – основа этой системы.

Что касается большого объема вычислений, то ведь сегодня практически любое количество вычислений может быть сделано в кратчайшие сроки, если имеются достаточно хорошие алгоритмы.

8. Комплексная оценка качества не нужна, поскольку главная задача оценки – выявить, какие показатели свойств продукции и насколько отстают от наилучших образцов данного типа и назначения.

Если признать, что сравнительное сопоставление аналогичных показателей различных видов продукции одного назначения – единственная цель

оценки качества, то в комплексных оценках действительно нет надобности. Однако при решении целого ряда важных задач, связанных с ценообразованием, выбором наилучшего изделия (а не свойства), управлением качеством и т. д., необходимы именно комплексные оценки качества.

2.9. 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, – сведению 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 главнейших 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

$$K_0 = 0 \text{ при } \left\{ \begin{array}{l} P_i - P_i^{\min} < 0 \\ \text{или} \\ P_i^{\max} - P_i < 0 \end{array} \right. \text{ для всех } i (I = 1, 2, \dots, n). \quad (2.14)$$

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

Однако многие авторы не соглашались 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 обраще-

ние в нуль показателя не связывается с применением определенного вида средней величины, а обеспечивается введением в структуру формулы особой функции $\varphi(P_i)$:

$$K_0 = \varphi(P_i)K_0. \quad (2.15)$$

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».

Авторами Ю. С. Сомовым и М. В. Федоровым коэффициент вето представлен следующим выражением:

$$\varphi(P_i) = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n K_i^{\min}}, \quad (2.16)$$

где n – число основных свойств качества, т. е. таких свойств, очень низкий (нулевой) уровень показателей которых обращает в нуль и общий показатель качества продукции; K_i^{\min} – оценка показателя i -го свойства, имеющего минимальное значение; при $P_i < P_i^{\min}$ величина $K_i^{\min} = 0$.

Однако в данной формуле коэффициент реагирует на выход абсолютного показателя отдельного свойства P_i только за пределы нижней границы интервала (P_i^{\min}) и остается нечувствительным к превышению верхней границы (P_i^{\max}).

Таким образом, коэффициент вето, предложенный выше, не является универсальным и имеет ограниченную сферу применения. Самый большой ее недостаток заключается в том, что с ее помощью решается только одна часть задачи – обращение функции $\varphi(P_i)$ в нуль при выходе одного из значений основного свойства за минимальный предел P_i^{\min} .

Если показатели всех свойств P_i находятся в пределах допустимого интервала $P_i^{\min} - P_i^{\max}$, то в соответствии с этой формулой функция $\varphi(P_i)$ примет некоторое значение больше нуля, но при этом данный коэффициент $\varphi(P_i)$ искажает результат расчета $K_0 \neq K'_0$.

Чтобы этого не случилось необходимо, очевидно, наложить на функцию $\varphi(P_i)$ еще одно дополнительное ограничение.

Функция $\varphi(P_i)$ не только должна обращаться в нуль при выходе абсолютного показателя любого свойства P_i за пределы интервала ($P_i^{\min} - P_i^{\max}$), но и должна быть равна единице при любых значениях P_i , находящихся в пределах интервала допустимых значений.

Следовательно, коэффициент вето, определенный по данной формуле, искажает результаты расчета и очень ограничен в применении.

Ю. И. Иориш предложил выразить коэффициент вето через так называемую «функцию Хевисайда» по формуле

$$\varphi(P_i) = \prod_{i=1}^n \delta_0(P_i - P_i^{\min}), \quad (2.17)$$

где $\delta_0(P_i - P_i^{\min})$ – «запаздывающая единичная функция Хевисайда», такая, что $\delta_0 = 0$ при $P_i < P_i^{\min}$, $\delta_0 = 1$ при $P_i \geq P_i^{\min}$.

Выражение, предложенное Иоришем, более приемлемо, так как учитывает второе ограничение $\varphi(P_i) = 1$ при $P_i \geq P_i^{\min}$ и не искажает результатов расчета K_0 . Однако имеет недостаток: полученный с его помощью коэффициент вето опять-таки не обладает необходимой универсальностью – он реагирует на выход значения P_i только за нижнюю границу, но остается нечувствительным к превышению верхней границы. Таким образом, и эта формула обладает сравнительно ограниченной сферой применения.

Г. Г. Азгальдов предлагает для функции $\varphi(P_i)$ следующее выражение:

$$\varphi(P_i) = e^{-t}. \quad (2.18)$$

Здесь

$$t = \left[\sum_{i=1}^n \left(\frac{P_i}{P_i^{\max} \cdot c} \right)^{2d} + \sum_{i=1}^n \left(\frac{P_i^{\min}}{P_i \cdot b} \right)^{2d} \right], \quad (2.19)$$

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 данной формуле, лишен недостатков свойственных другим методам.

2.10. Зависимость показателей качества от времени

Почти все оценки свойств K_i являются функцией времени. Это означает, что и комплексная оценка K_0 также является функцией времени. Значит, сопоставив между собой продукты труда одного и того же вида, комплексные оценки качества которых были вычислены через промежуток времени t , необходимо внести поправку, учитывающую зависимость этих оценок от параметра t . В связи с этим возникает проблема учета изменения во времени как оценок отдельных свойств K_i , так и комплексной оценки K_0 .

Указанная задача могла бы быть решена введением новых базовых показателей, соответствующих интересующему нас будущему моменту времени T . Но это очень сложно, требует их прогнозирования. Поэтому более простым представляется путь, при котором определяется непрерывная тенденция изменения качества.

Немецкие исследователи Е. Трукс и А. Прюсман предлагают ввести в расчет поправочный коэффициент ρ . Тогда комплексная оценка может быть выражена формулой

$$K'_0 = K_0 - \rho, \quad (2.20)$$

где K_0 – комплексная оценка качества без учета параметра времени, заключенная в интервале 0–1; ρ – поправочный коэффициент, учитывающий уменьшение оценки качества с течением времени и описываемый экспонентой

$$\rho = 1 - e^{-t/T\alpha}, \quad (2.21)$$

где t – время, прошедшее с момента появления нового изделия на рынке; $T\alpha$ – постоянная величина, зависящая от вида продукции.

В. Ф. Пугачев предлагает способ нахождения взвешивающей функции $Q(t)$, с помощью которой можно соизмерить блага во времени (рис. 2.3). Введя естественные для этой функции условия, получаем

$$\begin{cases} Q(0) = 1 \\ Q(\infty) = 0 \\ 1 > Q(t) > 0 \end{cases}. \quad (2.22)$$

Пугачев использует для выражения функции $Q(t)$ экспоненту вида

$$Q(t) = e^{-\alpha t}, \quad (2.23)$$

где α – некоторый положительный параметр.

Тогда комплексная оценка качества (при $0 \leq K_0 \leq 1$) получает вид

$$K'_0 = K_0 Q(t).$$

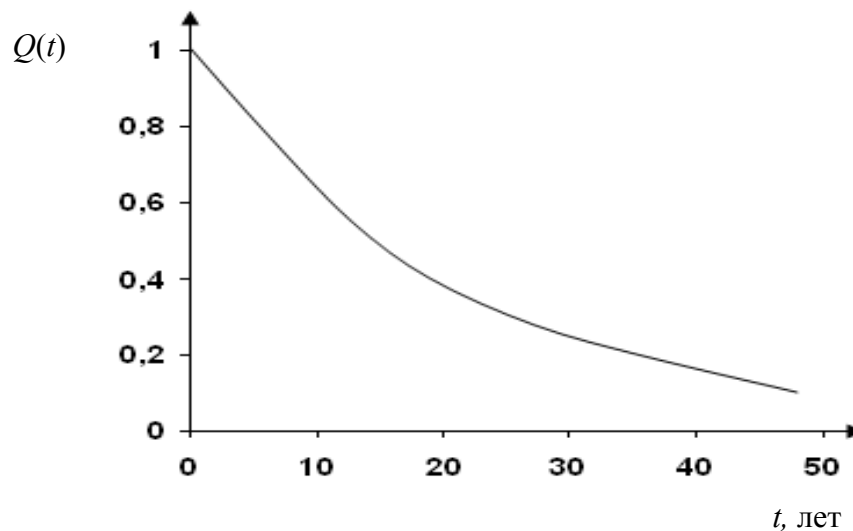


Рис. 2.3. Характер взвешивающей функции

Не приводя в данном случае методику нахождения конкретного вида функции $Q(t)$, отметим только, что проблема учета фактора времени как при вычислении дифференциальных оценок K_i , так и при получении комплексной оценки K_0 , остается достаточно сложной проблемой квалиметрии.

3. ИЗМЕРЕНИЕ КАЧЕСТВА

3.1. Основные методы квалиметрии

Существует значительное (исчисляемое многими десятками) количество методов квалиметрии. С точки зрения погрешности, с которой определяются результаты количественного оценивания качества, все методы квалиметрии могут быть разделены на три группы.

1. Точный метод оценивания качества – это такой метод, в рамках которого используются все обоснованные в теории квалиметрии приемы и способы, позволяющие уменьшить погрешность и увеличить надежность полученных результатов.

Например, для выявления значений показателя свойства необходимо использовать аппарат многократного суммирования (или многократного интегрирования) по времени и параметрам среды, окружающей оцениваемый объект.

Понятно, что этот метод характеризуется максимальной трудоемкостью.

2. Упрощенный метод – метод, характеризующийся максимально допустимой величиной погрешности и минимально допустимой величиной надежности итоговых результатов.

Например, значения показателя свойства в рамках этого метода принимаются как «точечные», без какого-либо суммирования или интегрирования.

По сравнению с точным упрощенный метод характеризуется гораздо меньшей трудоемкостью, точностью и надежностью.

3. Приближенный метод – метод, который с точки зрения погрешности и трудоемкости является промежуточным между точным и упрощенным методами.

Используется, например, для определения значения показателя свойства. Технологией этого метода предусматривается однократное суммирование (или интегрирование) по времени (но не параметрам окружающей объект среды).

В подавляющем большинстве случаев и у нас, и за рубежом используют упрощенные методы квалиметрии.

По источнику информации о значениях некоторых важных числовых характеристик, определяемых в процессе оценивания качества (например, значений показателей отдельных свойств и значений коэффициентов их относительной важности и др.), методы квалиметрии классифицируются на следующие три группы методов: экспертные, неэкспертные и смешанные.

Экспертные методы оценивания качества – это такие методы, в рамках которых для определения значений большинства числовых характеристик используют знания экспертов.

Неэкспертные методы (аналитические) – такие методы, в которых для определения этих значений обходятся без использования экспертов (но и в этом методе экспертов все-таки приходится привлекать для выполнения од-

ной из операций оценивания качества – построения дерева свойств объекта).

Смешанные методы – это такие методы, в которых значение некоторой (но не большей) части числовых характеристик объекта определяется экспертным методом, а остальные из них – неэкспертным.

В отечественной и зарубежной практике оценивания качества более чем в 90 % случаев используют смешанные методы и иногда чисто экспертные.

При решении вопроса о том, какой из этих трех методов использовать в конкретной ситуации оценивания качества, учитывают их преимущества и недостатки.

3.1.1. Экспертные методы

Преимущества: относительная технологическая простота применения, малые затраты времени на разработку и использование МОК.

Недостатки: большая трудоемкость, связанная с необходимостью привлечения в качестве экспертов многих квалифицированных специалистов; относительно большая погрешность и малая надежность итоговых результатов.

3.1.2. Неэкспертные методы (аналитические)

Преимущества: малая трудоемкость, связанная с отсутствием необходимости привлечения в качестве экспертов многих квалифицированных специалистов; относительно малая погрешность и большая надежность итоговых результатов.

Недостатки: относительная технологическая сложность и большие затраты времени на разработку МОК.

3.2. Квалиметрические шкалы

Результаты, полученные при квалиметрическом анализе (при оценивании качества), чаще всего выражаются в одном из трех видов шкал.

Сравним эти шкалы по основным характеристикам: затратам на их применение (затратам труда и времени) и результатам (количеству получаемой с помощью данной шкалы информации).

3.2.1. Шкала порядка

(шкала рангов, порядковая шкала, ранговая шкала)

Затраты на использование – минимальные. После оценивания качества объектов в этой шкале объекты можно только упорядочить в ряд, ранжированный по увеличению (уменьшению) значения показателя качества. Однако при этом оказывается невозможно определить, на сколько или во сколько раз один объект по качеству отличается от другого.

Например, пусть для двух объектов (А и Б) в результате оценивания их качества в какой-то количественной шкале (допустим, в балльной) получены

следующие значения показателей их качества: $K_A = 60$ баллов и $K_B = 40$ баллов. Причем заранее известно, что информативность этой шкалы не превышает возможности шкалы порядка. В этом случае было бы неправильным вычислять соотношения: $K_A - K_B = 20$ баллов и $K_A/K_B = 1,5$.

Правильное заключение в этом случае: поскольку $K_A > K_B$, то качество объекта А выше качества объекта Б.

Реальный пример измерения (но не качества, а температуры) в порядковой шкале: мать меряет ребенку температуру, прикладывая руку к его лбу. Здесь повышение температуры измеряется в шкале порядка: мать может сказать, повышена ли температура по сравнению с нормальной или нет, но не может сказать, на сколько десятых градуса (или тем более, во сколько раз) она повышена.

3.2.2. Шкала интервалов

Затраты больше, чем для шкалы рангов (приблизительно на половину порядка).

Результаты (объем получаемой информации) – те же, что и для порядковой шкалы, плюс дополнительная информация, на сколько один объект отличается по качеству от другого (т. е. правомерно вычислять соотношения $K_A - K_B = 20$ баллов, но не правомерно пытаться определить $K_A/K_B = 1,5$).

Обратившись к уже использованному примеру с измерением температуры, можно сказать, что в шкале интервалов производится измерение ее в градусах Цельсия.

3.2.3. Шкала отношений

Затраты – самые большие (приблизительно на один–полтора порядка больше, чем для ранговой шкалы).

Результаты – те же, что и для шкалы интервалов, плюс дополнительная информация, во сколько раз один объект отличается по качеству от другого (т. е. вычислять соотношения $K_A/K_B = 1,5$ вполне правомерно).

Пример использования шкалы отношений – измерение температуры в шкале Кельвина.

Из рассмотренных выше трех типов шкал на практике чаще всего употребляются шкалы порядка и отношений.

3.3. Уровни качества

Оценивание (оценка) качества – это особый тип функции управления (деятельности), которое направлено на формирование суждений об объекте оценки, под которым подразумевается качество, определенные подмножества свойств или отдельное свойство.

Из определения оценки следует ее сложная взаимосвязь с понятием из-

мерения качества. С одной стороны, оценка выступает частным случаем меры и, следовательно, измерения качества, а с другой – операции измерения качества являются компонентами процедуры оценивания.

В квалиметрии широко используется относительная мера качества – уровень качества. Следует различать формальное и неформальное содержание этого понятия. В формальном смысле уровень качества является результатом оценивания, всегда носящим сравнительный характер. Система значенных мер качества объекта (процесса, технологии), определенная на основе соотношения с базовыми (эталонными) значениями мер, называется **сравнительным уровнем качества**. Таким образом, сравнительный уровень зависит от базы сравнения. Принципиально при сравнении с базой оценки можно применять любые квалиметрические шкалы. Если использовать разностную шкалу, то сравнительный уровень приобретет содержание отклонения от базы оценки, а если использовать шкалирование отношения (нормировку по базе сравнения), то мы получаем **относительный уровень качества**. Из такого понимания уровня качества следует, что относительный уровень – это частный случай сравнительного уровня качества.

Понятию сравнительного уровня противостоит понятие абсолютного уровня качества как системы значений мер (показателей) качества. Абсолютный уровень, таким образом, формируется в результате измерения качества объекта техники и характеризуется абсолютными значениями оценочных показателей. Понятие абсолютного уровня отражает интенсивное количество («внутреннее количество») качества. Например, точность измерения прибора, удельная (на единицу эффекта) масса прибора, безотказность прибора и т. п. определяют его абсолютный уровень качества. С позиций понятия абсолютного уровня база оценки в виде системы показателей аналога может трактоваться как базовый абсолютный уровень качества, используемый при оценивании.

В зависимости от класса свойств и показателей качества могут различаться технический, экономический, технико-экономический, экологический, эргонометрический, потребительский и т. п. уровни. Таким образом, в формальном понятии уровня его типология включает в себя классификацию без оценки свойств и показателей качества, шкал.

Особое место в содержании сравнительного (относительного) уровня принадлежит базе оценки. В зависимости от ее типа сравнительный уровень качества может на оценочной шкале характеризовать или приближение к эталону качества (прогрессивный эталон, абстрактно-возможный, идеальный эталон, потенциальное качество) или опережение (в случае отставания – приближение к базе) базы оценки (прототип, аналог, достигнутый абсолютный уровень качества работы, достигнутый мировой технический уровень и т. д.). Поскольку показатели эффективности входят как подкласс во множество мер качества, то понятие уровня, затрагивая все множество показателей, охватывает и эффективность как меру качества.

В содержательном плане особое место занимает понятие **технического уровня** объектов техники и технологии. Оно приобретает смысл такой характеристики качества, которая отражает уровень принятых технических ре-

шений, использование в них достижений научно-технического прогресса (НТП) на некоторый фиксированный момент времени, обеспечивающих удовлетворение возросших потребностей и экономическую целесообразность. Таким образом, понятие технического уровня приобретает статус категории, в которой реализуется единство управления качеством, научно-техническим прогрессом – обновлением качества объектов техники и технологий, потребностями и интенсификацией производства.

3.4. Классификация эталонов качества

Количественная оценка показателя K_{ij} чаще всего характеризует степень его приближения к базовому $K_{ij}^{баз}$, т. е. к показателю эталонной продукции. Оценка вводится для обеспечения сопоставимости отдельных показателей P_{ij} , имеющих разную размерность, что делает возможным операцию сведения их в комплексную оценку. Однако эта сопоставимость должна обеспечиваться не только путем использования безразмерной оценки, но и существованием общего для всех оценок алгоритма нахождения их значений. Следовательно, должен существовать и общий принцип нахождения значений базовых показателей, так как $K_{ij} = \varphi(P_{ij}/P_{ij}^{баз})$.

Если это условие не будет выполнено и выбор базовых показателей отдельных свойств будет носить случайный характер, то оценки этих свойств не будут сопоставимы. Кроме того, без правильного выбора эталонов невозможно сопоставить по уровню качество продукции различных отраслей промышленности. Вот почему выбор базовых показателей – одна из важных задач, решаемых при комплексной оценке качества.

Первая попытка классифицировать эталоны качества была предпринята в 1970 г. («Методические указания по определению уровня качества промышленной продукции серийного производства», изд. – ВНИИС, ВНИИ-маш). В соответствии с этой классификацией предлагается различать эталоны по назначению и способу выражения.

По назначению эталоны делятся на три группы:

эталон, отражающий достигнутый уровень качества (народнохозяйственный, мировой, высший достигнутый народнохозяйственный или мировой). Основное назначение этих эталонов – оценка качества серийной продукции при присвоении ей классов и знаков качества;

эталон, отражающий перспективный народнохозяйственный или мировой уровень качества. Они предназначаются для оценки качества проектируемой продукции с целью наилучшего (или оптимального) варианта;

специальные эталоны. Круг задач, решаемых с их помощью, чрезвычайно широк: анализ при определении динамики качества, получение комплексных и интегральных показателей качества и т. д.

По способу выражения эталоны делятся на реальные и условные.

Реальные эталоны могут задаваться как конкретными продуктами, так и стандартами или полями значений показателей качества.

Конкретный продукт труда выбирается из всей совокупности аналогичных продуктов, выпускаемых в стране и за рубежом. Он должен быть достаточно известен на внутреннем или внешнем рынках.

Что касается принятия в качестве эталона стандарта, то для этого надо иметь технико-экономическое обоснование возможности и необходимости заданных в стандарте значений показателей.

«Поле показателя» определяется не одним, как у конкретного продукта труда, а несколькими значениями показателя базовой группы продукции. Поле значений показателя включает наиболее характерные значения показателей свойств качества конкретных видов продукта труда и, следовательно, определяется не числом, а интервалом возможных значений.

При выборе базовой группы конкретных продуктов труда необходимо, чтобы все входящие в группу продукты были аналогичны по назначению и условиям эксплуатации, составляли значительную часть общего объема аналогичной продукции и характеризовали уровень качества на определенный момент времени.

Условные эталоны задаются идеальным, планируемым или минимально допустимым продуктом труда (т. е. имеющим минимально допустимые значения показателей).

Эти эталоны создаются путем анализа информации о динамике качества, требованиях потребителей, возможностях производства и т. д.

Совокупность показателей идеального продукта труда включает наивысшие значения показателей, достигнутые в данное время в продукции данного типа, поэтому уровень качества этого эталона выше любого существующего образца.

Значения показателей планируемого продукта труда определяют принципиально возможный уровень качества. Эти эталоны играют чрезвычайно главную роль в связи с тем, что уровень качества продукции непрерывно повышается. Необходимо уметь определять тенденцию изменения качества.

Что касается эталона, заданного минимально допустимым продуктом труда, то значения его показателей являются минимально допустимыми для данного вида продукции в данный период времени.

При выборе эталона нужно учитывать следующее:

1. Многие зарубежные социологи отмечают, что нередко промышленные фирмы с помощью рекламы создают у потребителя искусственную потребность в высоких значениях показателей свойств – потребность социально обусловленную. Например, значительно завышаются предельные скорости автомобилей. Между тем принятие этой скорости в качестве базовой было бы неправомерным. Необходим выбор только таких максимальных значений базовых показателей, которые соответствовали бы социально обусловленным потребностям общества.

2. Для многих продуктов труда при выборе эталонов, отражающих достигнутый мировой уровень, нельзя механически использовать значения этих показателей. Следует учитывать условия и характер потребления данного продукта труда применительно к специфике страны.

Например, в наших условиях нельзя в качестве базового принимать ма-

лый клиренс, характерный для лучших зарубежных автомобилей.

3. Среди эталонов, характеризующих достигнутый уровень, могут быть показатели лучшей зарубежной продукции – так называемый «мировой уровень», «мировой эталон». Однако не ясен смысл, который вкладывается в эти понятия. Должен ли, например, «мировой уровень» определяться по экспериментальным образцам, или опытным, или серийным?

4. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ КВАЛИМЕТРИИ

4.1. Выявление оцениваемых показателей

Для выявления оцениваемых показателей необходимо знать:
как построить дерево свойств, характеризующих качество (или интегральное 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.

Новые термины для данного раздела:

Эквисатисные (достаточно равные, *эквус* – равный, *сатис* – достаточно) свойства – это свойства, эквивалентные по своему влиянию на удовлетворение определенной потребности, в одинаковой степени удовлетворяющие эту потребность (удовлетворяют одинаково 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 предпочтительность 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) бóльшие значения показателей каждого свойства предпочтительнее меньших значений. Будем говорить, что свойство А находится в отношении независимости по предпочтению со свойством Б, если бóльшее 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 бóльшая 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. Дерево показывает взаимосвязь между сложными, квазипростыми и простыми

свойствами объекта.

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 $0, 1, 2, 3, \dots, m$.

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) группы свойств.

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

Дерево в строгой графовой форме – дерево свойств, изображенное так, как это принято в теории графов (с вершинами и ребрами), [рис. 4.1](#).

Дерево в нестрогой графовой форме – дерево свойств, изображенное так, как принято изображать, например, таблицу спортивных соревнований ([рис. 4.2](#).)

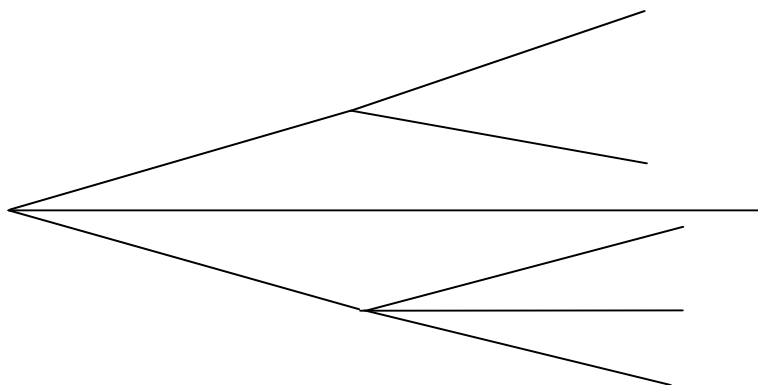


Рис. 4.1. Дерево свойств в строгой графовой форме

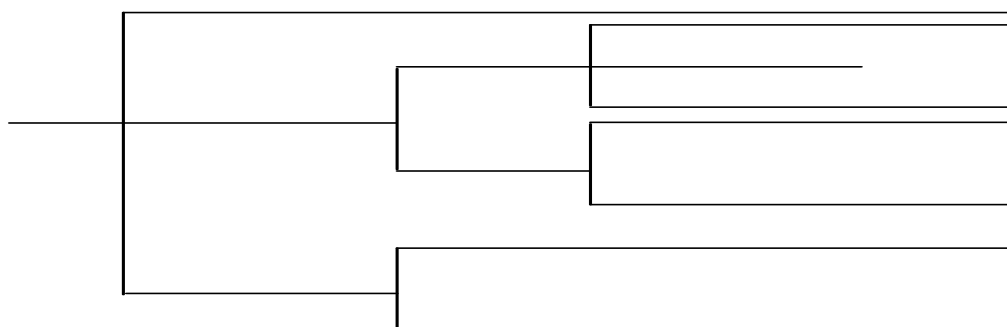


Рис. 4.2. Дерево свойств в нестрогой графовой форме

Рис. 4.3. Дерево свойств в табличной форме

Дерево в табличной форме – дерево, изображенное в виде классификационной таблицы ([рис. 4.3.](#)).

4.2. Правила построения дерева свойств

Правила, обязательные при любой ситуации оценки, называются общими правилами, или просто правилами, а те, которых нужно придерживаться только в зависимости от ситуации оценки, будут называться частными.

4.2.1. Общие правила

1. Деление по равному основанию.

Для любой группы свойств должен быть единый для всех свойств группы признак деления ([рис. 4.4.](#)).

2. Исключительность.

Свойства, входящие в группу, должны исключать необходимость их одновременного учета ввиду того, что между показателями этих свойств есть функциональная зависимость ([рис. 4.5.](#)).

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 ус-

ложняется, модернизируется, или, наоборот, исключать из дерева 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. 4.6). В дереве свойств должна обязательно присутствовать (разумеется, с учетом ситуации оценки) экологичность, жизнеобеспеченность.

5. Жесткость структуры начальных уровней дерева.

Важнейшее свойство объекта – его приспособленность к функционированию – функциональность. Функциональность проявляется в разных периодах существования объекта (в период хранения, транспортировки, ремонта и при непосредственном использовании объекта).

По теории квалиметрии качество любого объекта определяется его функциональностью и эстетичностью (рис. 4.7). Функциональность проявляется:

- 1) в виде основной функции объекта;
- 2) в аспекте вспомогательной функции, характеризующей его способность приспособиваться к взаимодействию в системе «человек – среда – объект», но вспомогательная функция может быть разложена на эквисатисную группу: экологичность, жизнеобеспеченность, безызынность.

В дереве свойств жесткая структура отдельных поддеревьев распространяется на самое большое число ярусов применительно к сложному свойству «вспомогательная функция». Обозначим эти поддеревья А (рис. 4.8), Б (рис. 4.9) и В (рис. 4.10).

Вся структура вместе с поддеревьями образует дерево с ветвями, заранее известными до 9–10-го яруса. Из этой структуры по конкретной ситуации оценки должны быть исключены все лишние свойства.

Правило: при построении дерева свойств целесообразно на 9–10-м (т. е. самых высоких) ярусах руководствоваться деревом А, Б, В.

6. Потребительская направленность формулировок свойств.

Для каждого сложного свойства существует несколько различных признаков, с помощью которых оно может быть разделено на группу эквисатисных свойств. Из них нужно выбирать те признаки, которые имеют потребительскую направленность (рис. 4.11).

7. Функциональная направленность формулировок свойств.

Желательно применять те признаки деления, которые отражают не конструктивную структуру оцениваемого объекта, а характер выполняемых им функций. Например, качество промышленного здания оценивать не по его структурным элементам – основные помещения, вспомогательные и т. д., а по функциональным элементам – технологический прогресс, отдых, санитарно-гигиенические потребности работающих и т. д.

	Удобства для персонала – категория людей
Функциональность	Микроклимат в обеденном зале – факторы обед. зала
Здание столовой	Высота вестибюля – габариты вестибюля

a



б

Рис. 4.4. Дерево свойств: a – неправильно построенное; б – правильно построенное

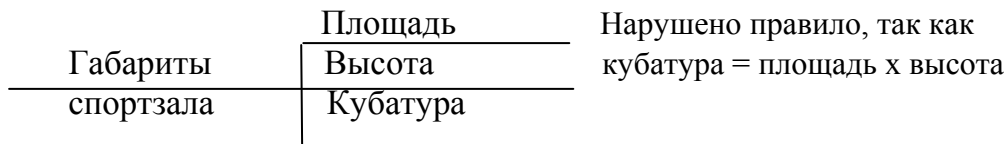


Рис. 4.5. Дерево свойств

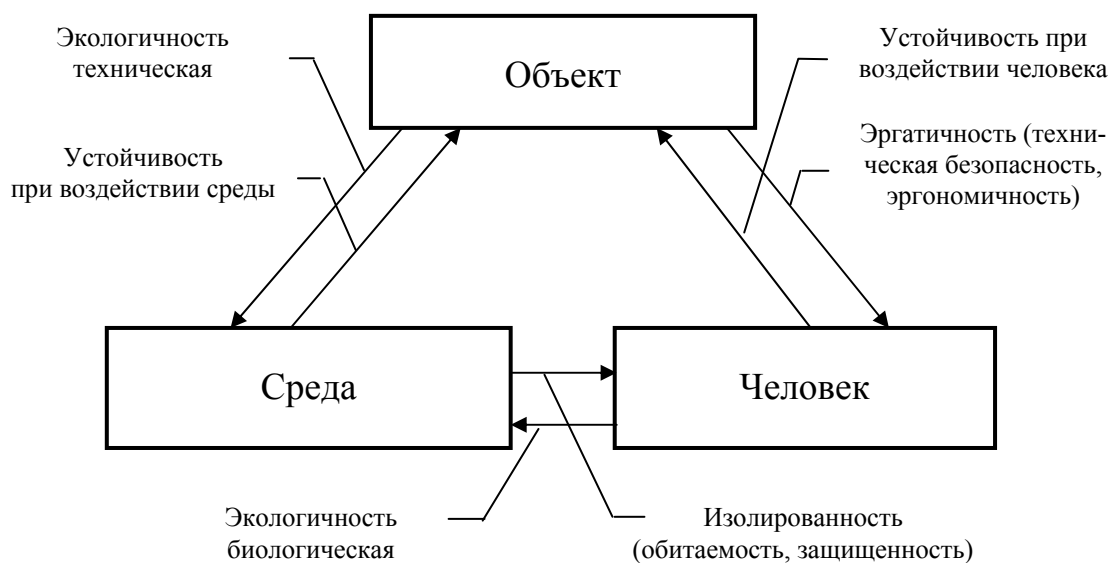


Рис. 4.6. Система «человек – среда – объект»

8. Правильный учет субъекта оценки.

Принимать во внимание тот уровень социальной иерархии, на котором находится субъект оценки.

Наибольшее число свойств в дереве для одного и того же оцениваемого объекта получится тогда, когда субъектом оценки будет общество в целом, а наименьшее, когда субъект оценки – небольшая группа потребителей или только один человек.

Ярус дерева				
0	1	2	3	4
Интегральное качество	Качество объекта (результаты, получаемые обществом)	Функциональность объекта	Основная функция – приспособленность к выполнению основного назначения (свойство назначения)	
			Вспомогательная функция – приспособленность к взаимодействию в системе «человек – среда – объект» (здесь может быть поддерево А)	
		Эстетичность объекта	Эстетичность собственного объекта	Эстетичность интерьера
				Эстетичность экстерьера
Экономичность (все затраты)				

Рис. 4.7. Дерево свойств объекта

Ярус дерева					
3	4	5	6	7	
Вспомогательная функция (приспособленность к взаимодействию в системе «человек – среда – объект»)	Жизнеобеспеченность (воздействие на человека) (см. поддерево Б)				
	Экологичность (воздействие на среду)	Воздействие на ландшафт			
		Воздействие на растительный мир			
		Воздействие на животный мир			
		Воздействие на людей (не связанное непосредственно с функционированием объекта)			
	Безызъянность (воздействие на объект)	Средоустойчивость (воздействует среда)	Живучесть (воздействует, например, противник во время войны)		
			Сохраняемость (воздействует окружающая среда) – см. поддерево В		
		Человекоустойчивость (воздействует человек)	Силовое воздействие (приложение усилий, больше допустимых)		
Несиловое воздействие (неправильное включение, использование)			Возможность возникновения пожара		
			Возможность нарушений в работе инженерного или технического оборудования		

Рис. 4.8. Поддерево А свойств объекта.

4. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ КВАЛИМЕТРИИ

4.2. Правила построения дерева свойств

Поддерево Б начинается с 4-го уровня, В – с 6-го уровня

Ярус дерева					
4	5	6	7	8	
Свойства, определяющие жизнеобеспеченность объекта (воздействие на человека, связанного с объектом)	Безопасность (воздействия, влияющие на жизнь или здоровье человека)	Техническая безопасность (изоляция от воздействия объекта)	Химическая	Газы	
				Жидкости	
				Твердые тела	
			Физическая	Излучение	
				Токи	
	Комфортность (воздействие влияющее на самочувствие и работоспособность человека)	Защищенность (изоляция от воздействия среды)	Экономичность (предотвращение неблагоприятного воздействия объекта)	Биологическая	
				Воздействует противник в период войны	
				Воздействует природная среда – см. поддерево Г	
				Гигиеничность	
				Антропометричность	
	Обитаемость (предотвращение неблагоприятного воздействия природной среды)	Экономичность (предотвращение неблагоприятного воздействия природной среды)	Психофизиологичность	Проникновение химически загрязненного воздуха	
				Проникновение вибраций почвы	
				Проникновение наружного шума	
				Неблагоприятное влияние наружной температуры и влажности	
				Неблагоприятное влияние движения, попадающего в объект наружного воздуха	
Проникновение пыли					

Рис. 4.9. Поддерево Б – свойства, определяющие жизнеобеспеченность объекта

Ярус дерева					
6	7	8	9	10	
Свойства, определяющие сохраняемость объекта при воздействии на него окружающей среды	Климатические воздействия	Температура	Стойкость к повышенной температуре		
			Стойкость к пониженной температуре		
		Атмосферная влага	Атмосферные осадки	Стойкость к воздействию дождя	
				Стойкость к воздействию града	
			Стойкость к повышенной влажности при высокой температуре (35 °С)		
		Стойкость к солевому (морскому) туману			
	Солнечное излучение	Стойкость к интегральному излучению			
		Стойкость к ультрафиолетовому излучению			
	Биологические воздействия	Стойкость к:	воздействию сильного ветра		
			плесневым грибкам		
грызунам					
термитам					

Рис. 4.10. Поддерево В – свойства, определяющие сохраняемость объекта при воздействии на него окружающей среды



Рис. 4.11. Дерево свойств: *а* – неправильно построенное, *б* – правильно построенное

9. Необходимость и достаточность числа свойств в группе.

В группу включаются только те свойства, которые необходимы для обеспечения эквисатисности со сложным свойством для определения этого сложного свойства. Например, если известна площадь и один горизонтальный размер, то другой горизонтальный размер уже не является свойством, необходимым для того, чтобы судить о горизонтальных размерах помещения.

Требование достаточности означает, что в группе должны быть представлены все те свойства, которыми может определяться соответствующее эквисатисное свойство. Для того чтобы судить о размерах помещения, недостаточно знать только его длину и ширину, нужно знать и высоту.

10. Однозначность толкования формулировок свойств.

В «дереве» не должно быть нечетких, двусмысленных, неоднозначно трактуемых формулировок свойств.

11. Эталонное число свойств ($n^{\text{Э}}$).

При сравнении двух объектов дерево свойств, предназначенное для оценки качества обоих объектов, должно состоять из эталонного числа свойств, т. е. включать в себя и все общие для обоих объектов свойства и те свойства, по которым эти объекты отличаются друг от друга.

12. Полнота учета особенностей потребления объекта.

Необходимо так строить дерево, чтобы в нем нашли отражение все особенности процесса потребления объекта, выявленные на стадии определения ситуации оценки.

13. Недопустимость зависимых свойств.

В любой группе должны быть оставлены только независимые свойства.

14. Одновременность существования свойств.

Эквисатисные свойства, составляющие группу свойств, должны быть такими, чтобы оцениваемый объект в каждый момент времени мог одновременно обладать этими свойствами. Например, верхнее покрытие пола не может быть одновременно линолеумным, паркетным или досчатым.

15. Максимальная высота дерева.

Дерево должно «ветвиться» до тех пор, пока во всех группах свойств,

находящихся на правом краю дерева, не останутся только квазипростые, которые уже не нужно разделять, или простые.

16. Исключение свойств надежности.

Свойства надежности любого объекта – сохраняемость, безотказность, ремонтпригодность и долговечность. Эти свойства очень сильно влияют на качество, но включать их в дерево свойств не нужно, потому что, если оценка качества осуществляется точным или приближенным методами, все свойства надежности учитываются с помощью так называемой функции эффекта; если же оценка проводится упрощенным методом, надежность учитывается с помощью коэффициента сохранения эффективности.

17. Предпочтительность правостороннего дерева.

Правостороннее дерево является самым удобным в практической работе. Целесообразно в большинстве случаев применять его.

18. Предпочтительность табличной формы дерева.

Преимущество этой формы заключается в экономии места, необходимого для изображения дерева.

19. Предпочтительность признака деления меньшей размерности.

Из двух, в одинаковой степени пригодных для пользования признаков деления, сначала нужно применять содержащий меньшее число градаций.

Например, открытый спортивный комплекс учебного института может быть представлен одним из двух способов: 1) деление на четыре градации (учебные занятия, соревнования, спортивные тренировки, массовые физкультурно-оздоровительные мероприятия); 2) деление на две градации (летом, зимой).

Более предпочтительно дерево, построенное по второму способу.

4.2.2. Частные правила построения дерева свойств**1. Учет затрат и результатов.**

Сравнительно редко, в зависимости от ситуации оценки, необходимо определить в количественной форме не интегральное качество, а качество объекта. В этом случае из дерева должно быть исключено квазипростое свойство «экономичность», т. е. затраты на производство и потребление рассматриваться не будут.

2. Ясность признака деления.

Если по ситуации оценки установлено, что коэффициенты весомости для свойств отдельных групп (или чаще всего дерева в целом) будут определяться экспертным методом, целесообразно чтобы в каждой группе свойств признак деления был четко выражен и абсолютно ясен уже из самих формулировок свойств.

3. Случайный характер расположения свойств.

Свойства, расположенные в начале группы, подсознательно некоторыми экспертами могут считаться более важными, что может внести ошибку в оценку. Поэтому целесообразно принять случайный порядок расположения свойств в группе и довести это до сведения экспертов.

4. Минимум свойств в группе.

В любой группе не должно быть более семи свойств – в противном случае точность экспертной оценки резко уменьшается. Общая тенденция такова – чем меньше свойств в группе, тем легче работать эксперту и тем точнее выносимое им решение.

5. Возможность оценки других объектов с помощью поддеревьев.

В случаях когда оценку качества объекта можно использовать для аттестации качества не только этого объекта, но и для других каких-то целей, например, как составную часть другого объекта, необходимо эту часть выделить в поддерево свойств.

6. Исключение одинаково выраженных свойств.

Из свойств деревьев исключаются все те свойства, которые в одинаковой степени выражены в сравниваемых вариантах.

7. Неполное дерево при упрощенной методике построения.

Когда факторы времени и трудоемкости лимитируют и, кроме того, допустимо некоторое понижения точности получаемых результатов, приходится использовать упрощенную методику построения дерева свойств, позволяющую снизить затраты труда и времени как на построение дерева, так и на проведение последующих операций, предусмотренных алгоритмом.

Например, по времени:

- 1) на составление неполного дерева свойств с пятью ярусами ($m = 5$) необходимо 0,5 часа;
- 2) разветвление дерева на один дополнительный ярус ($m + 1$) требует 25 % от времени, потребовавшегося на построение дерева с m ярусами;
- 3) проверка составленного дерева экспертами и внесение необходимых исправлений занимает 3 % от времени, потребовавшегося на составление дерева.

4.3. Выбор показателя для каждого свойства, находящегося на последнем ярусе

На последнем ярусе находятся простые и квазипростые свойства. Дерево свойств строится экспертом.

В большинстве случаев нахождение показателей свойств не представляет каких-либо затруднений (длина, ширина, площадь, производительность, мощность и т. д.). Для каждого свойства существует только один, определяющий его показатель, поэтому не возникает проблемы по его нахождению. Иначе обстоит дело, когда для какого-то свойства требуется несколько таких показателей.

Лицо, разрабатывающее методику (ЛРМ) вместе с организационной группой (ОГ), может найти для всех свойств последнего яруса дерева соответствующие показатели. Это значит, что дерево свойств превратилось в дерево показателей (чаще всего формулировка свойства и его показатели совпадают).

Технические работники вычерчивают дерево свойств на большом листе бумаги, нумеруют все его простые, квазипростые и сложные свойства (рис. 4.12).

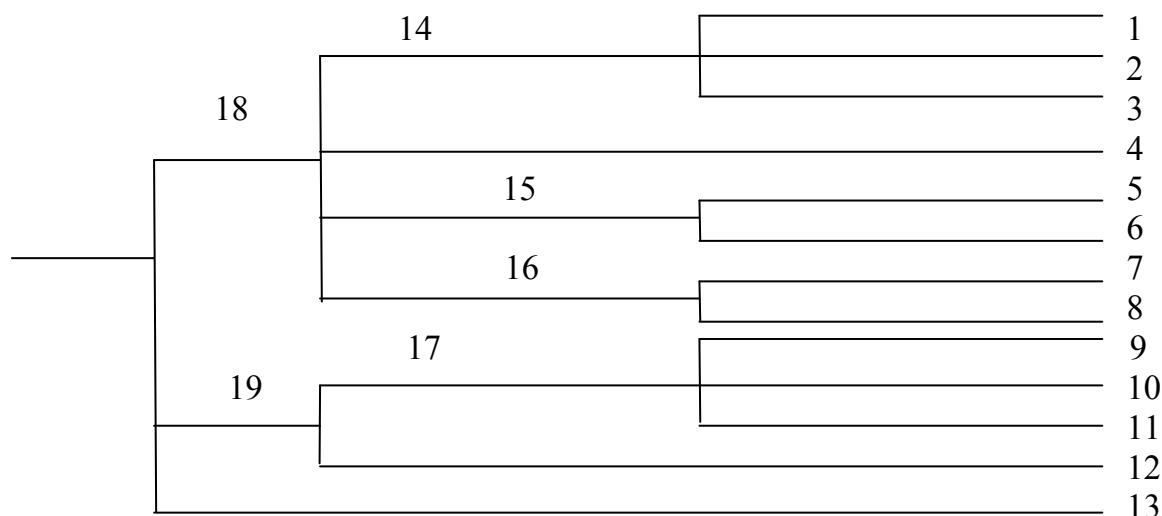


Рис. 4.12. Пронумерованное дерево

Это необходимо для того, чтобы потом заполнять анкеты (в анкетах ставятся номера свойств). В этом порядке свойства рассматривают эксперты.

Сокращение количества учитываемых показателей. Сокращение количества учитываемых показателей имеет смысл проводить только тогда, когда МОК предназначена для неоднократного применения, или при достаточно большом количестве рассматриваемых вариантов.

Решается задача за счет объединения тождественных и исключения маловажных показателей.

1. При построении дерева свойств нередко возникает ситуация, когда в разные группы включаются одни и те же свойства.

При оценке по шкале рангов одинаково выраженные, т. е. тождественные, показатели могут не учитываться, по шкале отношений можно заменить все тождественные показатели одним, обобщающим, коэффициент весомости которого будет равен сумме коэффициентов весомости замененных показателей.

2. Все те показатели свойств, сумма коэффициентов весомости которых не превышает относительной погрешности при определении значения показателя качества, фактически не влияют на эту погрешность и в процессе оценки качества их можно не учитывать.

4.4. Определение коэффициентов весомости

Коэффициент весомости определяется для показателей свойств, входящих в дерево свойств. В связи с этим различают два вида таких коэффициентов:

1) групповые коэффициенты q'_i , определяющие весомость показателей каждого свойства относительно показателей другого свойства, входящих только в данную группу свойств;

2) ярусные коэффициенты весомости q , вычисляемые на основе групповых коэффициентов q'_i , определяющие весомость показателя каждого свойства относительно показателей любого другого свойства, входящего в дерево, в том числе и в одну с ним группу.

Групповые коэффициенты весомости также делятся на два вида. Сначала определяются значения ненормированных коэффициентов весомости q''_i , а потом эти значения нормируются, т. е. определяется значение нормированных коэффициентов весомости q'_i , исходя из принятой суммы (1, 10, 18, 100):

$$\sum_{i=1}^n q'_i = 1,00. \quad (4.1)$$

Коэффициенты весомости q_i обычно всегда нормированы, т. е.

$$\sum_{i=1}^n q_i = 1. \quad (4.2)$$

Существует два метода определения значений групповых коэффициентов весомости q'_i : аналитический и экспертный.

Если для какой-то группы свойств значения коэффициентов весомости могут быть определены аналитическим и экспертным методами, предпочтение должно быть отдано первому.

4.4.1. Аналитический метод определения значений групповых коэффициентов весомости

Обычно в дереве свойств можно найти одну или несколько групп свойств, однородных по своему характеру, для которых известны значения абсолютных показателей P_i , или данных свойств, или связанных с ними менее сложных свойств. Тогда можно принять значения групповых ненормированных коэффициентов весомости q''_i равными этим известным значениям

абсолютных показателей.

Вполне допустимо в первом приближении принять, что важность (весомость) удобства планировки отдельных типов квартир пропорциональна общим площадям квартир каждого типа. Использование аналитического (не экспертного) метода определения значений коэффициентов весомости, несмотря на легкость производимых в его рамках вычислений, связано и с преодолением трудностей, которые заключаются в том, что отсутствует достаточно подробный алгоритм, с помощью которого для любой группы свойств можно было бы однозначно выявить тот показатель свойства P_i , который пригоден для использования в качестве ненормированного группового коэффициента весомости q_i'' .

Разновидностью аналитического метода определения коэффициента весомости является стоимостный и вероятностный методы.

Стоимостный метод.

Основу этого способа составляет следующая посылка: весомость q_i является монотонно возрастающей функцией от аргумента S_i , выражающего денежные или трудовые затраты, необходимые для существования i -го свойства. Иначе говоря, если $q_i = \varphi(S_i)$, то при $S_i > S_i - 1$, $q_i > q_i - 1$. Б. Л. Шлюмер и В. А. Канчели определяют весомость по формуле

$$q_i = \frac{S_i}{\sum_{i=1}^n S_i}. \quad (4.3)$$

Таким образом, весомость свойства оказывается идентичной весомости соответствующих затрат.

В. Р. Верченко предлагает определять весомость следующим образом. По его мнению, для каждого i -го свойства весомость q_i должна вычисляться своим, специфическим способом. Например, для станков, машин и т. д. весомость такого свойства как «производительность» должна определяться выражением

$$q_i = \frac{g_i}{\sum_{i=1}^n g_i^{\text{ЭТ}}}, \quad (4.4)$$

где g_i и $g_i^{\text{ЭТ}}$ – стоимость единицы выработанной продукции рассматриваемого и эталонного изделия.

Г. Я. Рубин предлагает определять весомость по формуле

$$q_i = \alpha_i + \beta_i, \quad (4.5)$$

где α_i – изменение затрат в производстве при улучшении параметра i на 1 %; β_i – изменение эксплуатационных затрат в связи с улучшением параметра i на 1 %.

Верная в своей основе идея учета затрат как в сфере производства, так и в сфере эксплуатации не нашла достаточно правильного отражения. Нельзя просто суммировать эти затраты, надо учитывать дополнительные факторы (время, нормативный коэффициент эффективности и т. д.).

Преимущества этого метода – крайняя простота.

Недостатки: $q_i = \varphi(S_i)$, но затраты S_i выражаются в денежной форме цены, а цены подвержены сильным изменениям.

Например, после проведения ряда технических мероприятий резко снизилась себестоимость, но весомость свойств, которые требуются потребителю, при этом не должна снизиться во столько же раз.

Вероятностный метод.

Базируется на предположении, что среди свойств, определяющих качество любого продукта труда, для каждого i -го свойства всегда можно подобрать хотя бы одно «конкурирующее» (показатель которого уменьшается при увеличении показателя свойства и наоборот) свойство, взаимосвязь между которыми в конечном виде определяется выражением

$$\begin{cases} P_i \neq P_i^{\text{эт}} \\ P_{i'} = P_{i'}^{\text{эт}} \end{cases}, \quad (4.6)$$

где $P_i^{\text{эт}}$ и $P_{i'}^{\text{эт}}$ – эталонные (самые лучшие из возможных) значения абсолютных показателей i -го и i' -го свойства качества.

В этих условиях проектировщик будет стремиться в большей степени приблизить к эталону те свойства, которые считает более важными. В результате, для достаточно большой совокупности проектировщиков среднее значение приближения каждого свойства к соответствующему эталонному значению будет для важных свойств больше, чем для свойств, имеющих меньшее значение.

В этом случае среднее значение приближения к эталону может рассматриваться как мера важности (весомости) каждого свойства q_i .

Если $f\left(\frac{P_i}{P_i^{\text{эт}}}\right)$ – некоторая функция, показывающая степень приближе-

ния абсолютного показателя i -го свойства P_i к эталону $P_i^{\text{эт}}$, то в соответствии с данным методом можно записать

$$q_i = F \left[f \left(\frac{P_i}{P_i^{\text{эт}}} \right) \right], \quad (4.7)$$

q_i – вычисляется как среднее арифметическое при обработке достаточно большого количества проектов.

Кратко основу метода можно сформулировать в следующем виде. Весомость тем выше, чем больше в среднем степень приближения к эталону:

$$q_i \cong \bar{q}_i = \frac{\sum_{i=1}^r K_i}{\sum_{i=1}^r K_{ij}}, \quad (4.8)$$

где r – достаточно большое количество анализируемых проектов одного и того же продукта труда ($i = 1, 2, \dots, r$), выполняемых разными проектировщиками; K_{ij} – относительная оценка i -го свойства в j -м проекте, иначе говоря, оценка степени приближения в j -м проекте абсолютного показателя i -го свойства P_i к своему эталонному значению $P_i^{\text{эт}}$.

Преимущества метода заключаются в возможности учитывать мнения очень большого числа проектировщиков, не прибегая к непосредственному контакту с ними.

Недостаток – сравнительно большая трудоемкость расчетов.

Смешанный способ заключается в использовании некоторой комбинации весомостей, полученных с использованием различных принципов.

4.4.2. Экспертный метод определения весомости

Основан на усреднении оценок весомостей, даваемых группой экспертов. Отличается гибкостью, наглядностью, привычностью.

Благодаря этому весомость q_i определяется на основе этого метода в подавляющем большинстве методик качества.

Теоретические работы по обоснованию экспертных методов появились еще в 1914 г.

Широкое применение при определении весомости q_i свойств объекта находит метод опроса специалистов Делфи.

Процедуру получения экспертных оценок весомости можно разбить на четыре этапа:

- 1-й этап – организация опроса;
- 2-й этап – проведение опроса;
- 3-й этап – обработка результатов опроса и получение оценок весомости;
- 4-й этап – анализ результатов.

Материальное обеспечение экспертного опроса.

Возлагается на техническую группу. Техническая группа должна подготовить: помещение, где могли бы работать 10–12 человек; доску с мелом (не обязательно, но желательно); изображение дерева свойств; анкеты для проведения и обработки результатов экспертного опроса.

Технический работник, анализируя дерево свойств, определяет количество тех свойств, групповые коэффициенты весомости которых должны быть определены не аналитическим, а экспертным путем, и готовит бланки индивидуальной анкеты.

Процедура проведения экспертного опроса.

Руководит проведением экспертного опроса ведущий, в роли которого выступает один из главных членов организационной группы.

В соответствии с расположением экспертов за столами каждый из экспертов получает номер 1, 2, ..., r . Номер определяет очередность, в которой эксперты дают свои ответы.

Ведущий фиксирует ответы экспертов в анкете (или на доске) с помощью технического работника.

Ведущий анализирует числа (экспертные оценки), записанные на доске (или в анкете), с точки зрения максимальной величины расхождения между отдельными назначенными экспертами оценками. Если крайние значения между отдельными назначенными экспертами оценками отличаются друг от друга не более чем на 25 %, то опрос экспертов можно ограничить одним туром, если же нет, то ведущий устраивает краткое обсуждение и проводит следующий тур.

Обработка результатов экспертного опроса.

1. Для каждого помещенного в сводной анкете № 1 свойства вычисляется среднее арифметическое (по всем экспертам) значение ненормированного коэффициента весомости (по результатам последнего тура):

$$q_i'' = \sum_{k=1}^N q_{ik}'' \quad (4.9)$$

2. Для каждого свойства в группе по отношению к вычисленным средним значениям q_i'' производится временная перекодировка: индекс i меняется на i' . Поскольку количество свойств в группе l равно, то новый индекс i' может принимать значение $i' = i/l$.

3. Для каждой группы свойств определяется сумма A всех средних перекодированных значений групповых ненормированных коэффициентов весомости \bar{q}_i'' , (с учетом всех свойств группы). Полученные числа заносятся в сводную анкету.

4. Производится нормировка значений \bar{q}_i'' , т. е. по формуле $q_i' = q_i'' = \frac{\bar{q}_i''}{A}$ определяется значение весомости для каждого свойства в группе.

5. Проверяется правильность приведенных расчетов $\sum_{i=1}^l q_i = 1$.

Метод Делфи.

С точки зрения методики проведения опросов экспертов наиболее совершенным считается метод Делфи («метод дельфийского оракула»).

Метод был предложен в США в начале 1950-х годов учеными Г. Дж. Гордоном и О. Хеммером с целью облегчить решение крупных военных проблем.

Метод Делфи характеризуется следующим:

ответы на поставленные перед экспертом вопросы обязательно содержат количественную характеристику;

проводится несколько туров опроса;

после каждого тура все опрашиваемые эксперты знакомятся с ответами других участников опроса;

от экспертов получают обоснования мнений и доводят их до сведения других участников экспертизы, что позволяет полнее учесть различные факторы;

статистическая обработка полученных ответов проводится после каждого тура.

Таким образом, назначение метода Делфи состоит в выявлении преобладающего мнения специалистов по какому-либо вопросу в обстановке, исключающей прямые дебаты между ними, но позволяющей снова и снова взвешивать свои суждения с учетом ответов и доводов коллег.

Количество проводимых туров опроса в значительной мере зависит от квалификации специалистов и их опыта. Однако считается, что в среднем достаточно трех туров голосования для группы, состоящей из 10–12 экспертов.

Все остальные методы опроса специалистов, по существу, являются частными случаями метода Делфи.

Особенности оценки отклонения от средней применительно к двум типам экспертных оценок.

Истинным значением определяемой экспертами величины является средняя оценка экспертной группы. Отсюда следует, что чем меньше отклонение индивидуальной экспертной оценки от коллективной (т. е. усредненной для всей группы экспертов), тем выше качество эксперта, давшего эту оценку.

Чаще всего выносимые экспертами оценки представляют собой или ранжированную последовательность (ранжированные по важности показатели), или совокупность числовых значений параметров (численные значения коэффициентов весомости).

1. Эксперт ранжирует оцениваемые величины. В этом случае оценка компетентности j -го эксперта $K_{ком,j}$ определяется выражением

$$K_{\text{ком}j} = f(L), \quad (4.10)$$

где L – расхождение между ранжировкой, построенной экспертом и «средней» ранжировкой; f – некоторая монотонная функция, выбираемая с учетом специфических условий работы конкретной экспертной комиссии.

Существует также метод оценки компетентности, основанный на использовании «коэффициента конкордации»:

а) каждый эксперт ранжирует все объекты:

$$q_{ij} = q_{1j}; q_{2j}; \dots; q_{nj};$$

б) подсчитывается сумма рангов каждого объекта:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij},$$

где a_{ij} – ранг i объекта у j -го эксперта (ранг – это порядковый номер);

в) подсчитывается отклонение от средней суммы рангов:

$$\Delta_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} - T_p, \quad (4.11)$$

где T_p – средняя сумма рангов, определяемая выражением

$$T_p = N \left(\frac{n+1}{2} \right); \quad (4.12)$$

г) подсчитывается сумма квадратов отклонений:

$$S' = \sum_{i=1}^n \Delta_i^2; \quad (4.13)$$

д) коэффициент конкордации для N экспертов W_N определяется по формуле

$$W_N = \frac{12S'}{N^2(n^3 - n)}. \quad (4.14)$$

Так как $0 < W_N < 1$, то при $W_N = 0$ полностью отсутствует какая-либо согласованность во мнениях N экспертов, а при $W_N = 1$ имеется полная согла-

сованность во мнениях всех N экспертов.

Если эксперт считает важность каких-либо объектов одинаковой, он присваивает им одинаковые ранги. Причем присвоение рангов производится таким образом, чтобы сумма рангов у каждого эксперта равнялась величине

$$\frac{n(n+1)}{2}.$$

Например, ранжируя пять объектов, считают, что первые три – одинаковы по важности, тогда им присваивают следующие ранги: 2, 2, 2, 4, 5. В этом случае

$$W_N = \frac{S'}{\frac{1}{12}N^2(n^3 - n) - N \sum_{i=1}^n T}, \quad (4.15)$$

$$T = \frac{1}{12} \sum_{\gamma=1}^p (t_{\gamma}^3 - t_{\gamma}), \quad (4.16)$$

где p – число групп одинаковых рангов в ранжировке j -го эксперта; t_{γ} – число повторений одинакового ранга в γ -й группе у j -го эксперта.

2. Эксперт определяет численные значения оцениваемых величин (коэффициенты весомости).

Пусть каждый эксперт ($j = 1, 2, \dots, N$) выставил значения каждого i -го коэффициента весомости q_{ij} ($i = 1, 2, \dots, n$).

Для этого устанавливаются максимальное и минимальное расхождение между оценками, назначенными j -м экспертом i -му объекту, и средними значениями оценок $\Delta_{j\max}, \Delta_{j\min}$.

Тогда компетентность эксперта является в общем виде функцией этих величин: $K_{oc,j} = f(\Delta_{j\max}, \Delta_{j\min})$.

Другой способ оценки:

$$\rho_j = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n [\bar{q}_i - q_{ij}],$$

где \bar{q}_i – средний показатель весомости.

Тогда

$$K_{oc,j} = 10(1 - \rho_j).$$

Шкалы, применяемые при экспертной оценке качества.

Шкала наименований используется, чтобы отличить один объект от другого (с ее помощью нельзя проводить арифметические действия).

Шкала порядка (шкала рангов) указывает на порядок возрастания или убывания количественной характеристики какого-то свойства им присущего.

Шкала интервалов исходит из того, что одинаковые разности между ее числами соответствуют одинаковым (в психологическом смысле) расстояниям между оцениваемыми объектами, а также позволяет определить, на сколько один объект больше другого (но не во сколько раз). Например, температурные шкалы Цельсия.

Шкала отношений позволяет определить, во сколько раз один объект больше другого (точка отсчета здесь уже не является произвольно заданной). С результатами измерения можно производить любые статистические операции.

Особенности технологии экспертного оценивания качества.

Ключевая фигура в процессе оценивания качества – лицо, разрабатывающее МОК. Оно может самостоятельно, без чьей-либо помощи разработать МОК только в том случае, если оцениваемый объект несложный. Здесь используется не экспертный или смешанный, а аналитический метод. Однако если применяется экспертный метод, а значит, в разработке (а иногда и в использовании) МОК участвуют несколько человек, то возникает вопрос, как целесообразно построить их работу? Должны ли они все быть универсальными специалистами или желательно обеспечить их специализацию?

Опыт показывает, что в этой среде деятельности специализация более предпочтительна, чем универсальность, поэтому важно выделить следующие группы участников разработки МОК.

Формирование организационной группы (ОГ).

ОГ создается для методического руководства разработкой МОК. Возглавляет ее лицо, разрабатывающее МОК.

Если объект оценки является сложным (например, станок), а лимит времени на разработку МОК небольшой (например, для упрощенного способа оценивания качества составляет не больше 1,5 месяца), то в ОГ включаются 1–2 специалиста по оцениваемому объекту. Их основная задача – оказать помощь ЛРМ в методическом руководстве разработкой МОК. Если же помощь специалистов им не нужна, то функции ОГ выполняет он сам.

Формирование технической группы (ТГ).

ТГ (иногда ее называют рабочей группой) формируется для технического обеспечения создания МОК, т. е. выполнения работ:

машинописных;

чертежных;

вычислительных (в т. ч. машиносчетных).

ТГ подчиняется лицу, разрабатывающему МОК, или, по его указанию, другому члену ОГ.

Численный состав ТГ составляет от 0 (когда оценивание качества производится, например, в рамках дипломной работы или диссертации) до 3 человек (когда задан малый срок разработки сложной МОК – меньше месяца). Обычно же в ТГ входит 1–2 человека. Время их работы в ТГ может быть непрерывным (25 дней) или разбито на отрезки (25 дней в течение трех месяцев работы ОГ).

Определение требуемой численности экспертной группы (ЭГ).

Для упрощенного метода оценивания качества целесообразная численность ЭГ от 7 до 10 человек, в зависимости от сложности объекта.

В отдельных случаях, когда времени на разработку МОК, мало (например, не больше месяца), а оцениваемый объект сложный, бывает необходимо сформировать не одну, а две или даже три ЭГ численностью по 7–10 человек. В этом случае каждая ЭГ специализируется на отдельных группах свойств объекта и работает параллельно, независимо от других (под руководством одного из членов ОГ).

Если же МОК разрабатывается не упрощенным, а приближенным или более точным методом, то применяется более сложный (но и более точный) способ определения численности ЭГ. Он основан на двух основных положениях.

Первое. Чем больше экспертов, тем, при прочих равных условиях, выше достоверность коллективной экспертной оценки q^3 , т. е. меньше относительная погрешность ε и выше доверительная вероятность (надежность) r , с которой вычислены q^3 . Причем

$$\varepsilon = \frac{\Delta q}{q^{\text{ист}}}, \quad (4.17)$$

где $q^{\text{ист}}$ – истинное значение той характеристики, которая определяется экспертным методом; Δq – абсолютная погрешность, определяющая доверительный интервал, $\Delta q = |q^{\text{ист}} - q^3|$.

Второе. Чем больше априорной (предварительной) информации известно ОГ относительно ЭГ и выносимых ее оценках, тем, при прочих равных условиях, может быть меньше численность экспертов.

Существуют формулы, по которым можно рассчитать требуемое число экспертов (с учетом двух вышеприведенных положений).

Формирование экспертной группы.

Обычно каждый эксперт тратит на работу в составе ЭГ от 1 до 7 дней (в зависимости от сложности объекта). Причем это не непрерывный отрезок времени, а сумма отдельных небольших отрезков продолжительностью 0,5–1 день.

Выбор экспертов (при упрощенном методе оценивания качества) производится ОГ в следующем порядке.

Из специалистов, хорошо знающих оцениваемый тип объекта, отбира-

4. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ КВАЛИМЕТРИИ

4.5. Определение эталонных и браковочных значений показателей

ется группа потенциальных экспертов, численностью на 2–5 человек больше, чем положено иметь в ЭГ.

Затем члены ОГ в личной беседе с каждым из потенциальных экспертов стараются получить представление о качестве самого эксперта, т. е. определить, в какой степени каждый специалист обладает свойствами, необходимыми для участия в роли эксперта в квалиметрическом анализе. Эти свойства можно изобразить в виде дерева, (рис. 4.13).

Рассмотрим сущность каждого из приведенных свойств.

Компетентность – всестороннее знание экспертом объекта и методов оценивания его качества.

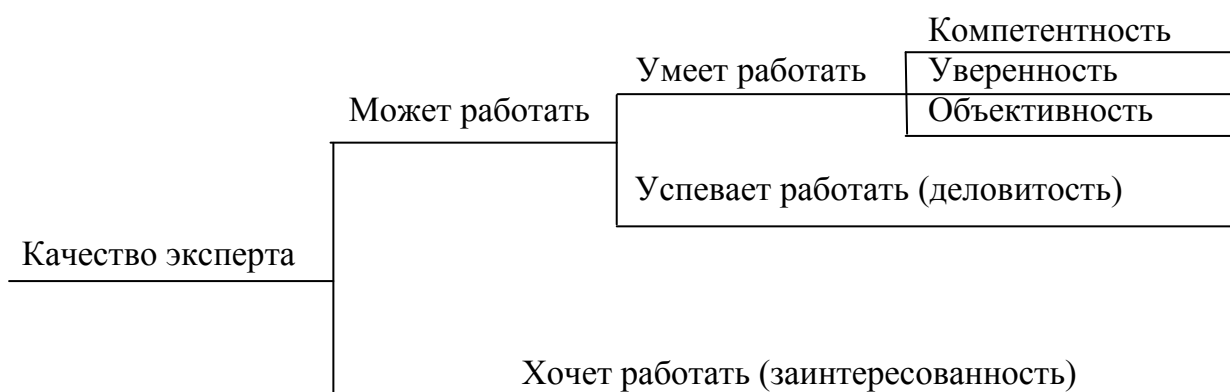


Рис. 4.13. Дерево качеств (свойств) эксперта

Уверенность – убежденность эксперта в правильности вынесенной им оценки.

Объективность – способность эксперта быть объективным, т. е. при участии в экспертизе не поддаваться ведомственным, начальственным или личным («шкурным») интересам.

Деловитость – умение быстро выполнять порученную работу.

Заинтересованность – желание делать порученную работу.

Учитывая эти свойства, ОГ экспертным методом отбирает 7–10 экспертов, у которых они выражены в наибольшей степени.

Если же применяется не упрощенный, а приближенный или точный метод оценивания качества, то для каждого свойства применяется один (или несколько) специальных способов их количественного выражения (измерения). Они излагаются в пособиях по экспертным методам (см., например, Райхман Э. П., Азгальдов Г. Г. Экспертные методы в оценке качества товаров. – М.: Экономика, 1974 или ГОСТ 23554.1 «Экспертные методы оценки качества промышленной продукции»).

Наиболее важным из характеризующих качество эксперта является свойство «компетентность», поэтому при упрощенном способе в количественной форме обычно учитывается только это свойство.

4. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ КВАЛИМЕТРИИ

4.5. Определение эталонных и браковочных значений показателей

Для нахождения значения показателя компетентности $K_{\text{КОМ}}$ чаще всего используют два метода:

самооценки (когда самооценку эксперт дает сам себе, например, в баллах) $K_{\text{КОМ}}^C$;

взаимооценки (когда каждого эксперта оценивают все остальные члены ЭГ и взаимная оценка $K_{\text{КОМ}}^B$ определяется как среднее из их оценок).

Расчетная формула, многократно апробированная на практике, выглядит так:

$$K_{\text{КОМ}} = 0,4 K_{\text{КОМ}}^C + 0,6 K_{\text{КОМ}}^B. \quad (4.18)$$

4.5. Определение эталонных и браковочных значений показателей

Основа любой МОК – так называемые вспомогательные материалы. В них содержатся нормативные данные, которые необходимо учитывать при оценке любого количества объектов того типа, для которого предназначена МОК, а именно:

1. Перечень показателей свойств, находящихся на последнем ярусе дерева свойств (если по «ситуации оценки» нужно оценивать только качество объекта в целом, без получения оценок отдельных частей объекта) или дерево свойств (если наряду с оценкой качества объекта в целом необходимо оценивать его составные элементы).

2. Набор значений коэффициентов весомостей для показателей всех тех свойств, о которых говорилось выше.

3. Набор браковочных и эталонных значений показателей всех простых или квазипростых свойств.

Возможны три вида соотношений между значениями (q , $q^{\text{эт}}$, $q^{\text{доп}}$, $q^{\text{бр}}$ и P , $P^{\text{эт}}$, $P^{\text{доп}}$, $P^{\text{бр}}$):

а) значение абсолютного показателя свойства P ограничено браковочным значением $P^{\text{бр}}$ только снизу, поэтому такое браковочное значение обозначим через $P^{\text{бр. min}}$.

Например, в соответствии со СНиПом сквозные проезды в зданиях следует принимать шириной не менее 3,5 м. Значит, $P^{\text{доп}} = 3,5$ м и $P^{\text{бр. min}} = 3,4$ м, $P^{\text{бр. min}} = 3,4 \text{ м} < 3,5 \text{ м} = P^{\text{доп}} \leq P \leq P^{\text{эт}}$;

б) значение абсолютного показателя свойства P ограничено браковочным значением только сверху ($P^{\text{бр. max}}$):

$$P^{\text{бр. max}} > P \geq P^{\text{эт}},$$

$$P^{\text{бр. max}} > P^{\text{доп}} \geq P > P^{\text{эт}};$$

4. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ КВАЛИМЕТРИИ

4.5. Определение эталонных и браковочных значений показателей

в) значение абсолютного показателя свойства ограничено браковочным показателем как снизу, так и сверху:

$$P^{\text{бр. min}} < (P^{\text{эт}} \leq P \leq P^{\text{эт}}) < P^{\text{бр. max}}.$$

Например, очевидно, что температура в помещении не должна быть ни слишком высокой, ни слишком низкой. Предположим, что для жилой комнаты $P = 20$ °С, $P^{\text{бр. max}} = 26$ °С, $P^{\text{бр. min}} = 17$ °С. Тогда

$$P^{\text{бр. min}} = 17 \text{ °С} < (20 \leq P \leq 20) \leq 26 = P^{\text{бр. max}}.$$

Для обеспечения функциональной и временной сопоставимости различных объектов одного и того же типа необходимо, чтобы набор браковочных и эталонных значений показателей был единым для дерева свойств объектов этого типа.

Определять браковочные и эталонные значения показателей целесообразно только для тех свойств, для которых определяются коэффициенты весомости (если коэффициенты весомости для каких-то свойств не определялись, значит, такие свойства не учитываются при оценке качества проекта).

Определение браковочных и эталонных значений показателей можно разделить на три этапа:

1-й этап. Члены ОГ определяют $P^{\text{бр}}$ и $P^{\text{эт}}$ для тех свойств, показатели которых не имеют физических единиц измерения.

2-й этап. Члены ОГ документальным методом определяют $P^{\text{бр}}$ и $P^{\text{эт}}$ тех из оставшихся свойств, для которых этот метод применим, т. е. для которых существуют документальные данные, позволяющие определить значение $P^{\text{бр}}$ и $P^{\text{эт}}$.

3-й этап. Экспертным методом определяются браковочные и эталонные значения показателей всех оставшихся свойств.

4.5.1. Определение браковочных и эталонных значений для показателей свойств, не имеющих физических единиц измерений

Члены ОГ выявляют все те свойства, которые выходят на последний ярус дерева и применительно к которым отсутствуют какие-либо неэкспертные методы определения количественных значений их показателей (ни нормативов, ни методов физических измерений). Например, эстетические свойства.

Для каждого свойства члены ОГ назначают $P^{\text{бр}} = 0$ % и $P^{\text{эт}} = 100$ %. Эти значения заносятся техническим работником в таблицу оценки объекта (или в таблицу сравнения вариантов).

Отметим, что для подавляющего большинства свойств имеется только одно браковочное значение показателя $P^{\text{бр}}_i$. Крайне редко два значения:

$P^{\text{бр. min}} < P$ и $P^{\text{бр. max}} > P$. Например, футбольное поле длиной $P^{\text{доп. min}} = 90$ м и $P^{\text{доп. max}} = 104$ м, значит, можно принять $P^{\text{бр. min}} = 89$ м, $P^{\text{бр. max}} = 105$ м.

4.5.2. Определение браковочных и эталонных значений документальным методом

Сущность этого метода состоит в том, что члены ОГ выявляют $P^{\text{бр}}$ и $P^{\text{эт}}$ на основе анализа различного рода документов – книг, отчетов о НИР, обзоров, проектной документации и т. д. При этом нужно обеспечить необходимое количество документов.

Определение $P^{\text{бр}}$:

а) члены ОГ просматривают все простые и квазипростые свойства дерева и выявляют те из них, для значений абсолютного показателя которых P_i существуют нормы, выраженные в количественной форме. Эти нормативные значения могут быть приняты как допустимые $P^{\text{доп}}$.

Ближайшие к допустимым, но худшие по значениям принимаются членами ОГ в качестве браковочных $P^{\text{бр}}$. Эти значения заносятся в таблицу оценки объекта (проекта) или таблицу сравнения вариантов;

б) браковочные значения показателей могут быть определены документальным методом и для свойств, которые в повседневной практике не выражаются в количественной форме (обеспеченность лифтом). Для таких свойств каждому из видов дана квалификационная оценка, т. е. приведено значение показателя качества, выраженное в безразмерных единицах, в шкале 0–1. Возможно, что члены ОГ смогут найти и какие-то другие документальные материалы, в которых на основе квалиметрии проведена количественная оценка и каких-то других свойств.

Определение $P^{\text{эт}}$. Эталонные значения так же, как и браковочные, определяются документальным методом в двух основных направлениях поиска этих значений:

а) члены ОГ просматривают доступные им различные материалы, в которых могут содержаться документальные данные, позволяющие для некоторых свойств выявить наилучшие значения соответствующих показателей свойств (литературные источники, отчеты НИР, обзоры, монографии, статьи и др.).

За эталонное значение $P^{\text{эт}}$ в этих случаях необходимо принимать документально подтвержденные лучшие значения показателей каждого свойства. Ошибочно принимать за эталонные значения показателей все свойства лучшего проекта или образца, так как не все свойства лучшего образца могут быть отнесены к эталонным;

б) если среди свойств, применительно к которым ищутся эталонные значения показателей, имеются квалиметризованные свойства, то эти значения могут быть установлены на основе тех же материалов, по которым определялись допустимые, а затем и браковочные значения. Только в качестве

эталонных берутся лучшие значения.

Если же для каких-то свойств ни одним из описанных выше способов определить $P^{\text{бр}}$ и $P^{\text{эт}}$ невозможно, то эти значения должны устанавливаться экспертным методом.

4.5.3. Определение браковочных и эталонных значений показателей экспертным методом

$P^{\text{бр}}$ и $P^{\text{эт}}$ находятся совместно в ходе одной и той же процедуры. Причем, строго говоря, экспертным методом устанавливаются не браковочные значения, а только соответствующие им допустимые $P^{\text{доп}}$. Значения $P^{\text{бр}}$ назначаются техническим работником как ближайшие к допустимым, но худшего значения.

Экспертный метод должен использоваться только тогда, когда другие, неэкспертные методы или вообще не приемлемы, или их применение нецелесообразно из-за слишком больших в конкретной ситуации оценки затрат труда и времени по сравнению с экспертным методом.

До начала экспертного опроса силами ТГ подготавливаются следующие документы:

индивидуальные анкеты для определения $P^{\text{бр}}$ и $P^{\text{эт}}$ на всю численность ЭГ (одна запасная для случая, если кто-то из членов ОГ также примет участие в опросе в качестве эксперта);

сводная анкета для определения $P^{\text{бр}}$ и $P^{\text{эт}}$ (только в одном экземпляре).

При этом всем членам ЭГ выдается дерево свойств. Значения $P^{\text{бр}}$ и $P^{\text{эт}}$ определяются только для тех свойств, которые выходят на самый высокий ярус дерева.

Экспертный опрос проводится по каждому свойству в отдельности, но одновременно для величин $P^{\text{доп}}$ и $P^{\text{эт}}$ в той же ЭГ, которая определяла значения коэффициентов весомости. Обычно после нахождения коэффициента весомости устраивается перерыв, во время которого раздается вторая анкета.

Перед началом опроса ведущий разъясняет членам ЭГ, что индивидуально найденное ими значение $P^{\text{доп}}$ и $P^{\text{эт}}$ должно основываться с учетом следующего соображения. Эксперт назначает для каждого свойства такое предельно допустимое значение показателя $P^{\text{доп}}$, хуже которого, по мнению эксперта, оно ни при каких условиях, соответствующих ситуации оценки, допущено быть не может.

Кроме того, ведущий должен напомнить экспертам, что величина $P^{\text{доп}}$ для некоторых свойств может быть единственной, только большей или меньшей по сравнению со значением абсолютного показателя свойств P . Однако для ряда свойств, обычно немногочисленных, на последнем ярусе дерева $P^{\text{доп}}$ может быть не одно, а два ($P^{\text{доп. min}}$ и $P^{\text{доп. max}}$) по сравнению с абсолютным значением P .

4. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ КВАЛИМЕТРИИ

4.5. Определение эталонных и браковочных значений показателей

Что касается $P^{ЭТ}$, эксперт должен назначить такое эталонное значение, которое с его точки зрения могло быть самым лучшим в отечественной и мировой практике (иногда это только предположение эксперта, т. е. каким $P^{ЭТ}$ могло бы быть).

Эксперты определяют $P^{ДОП}$ и $P^{ЭТ}$ независимо друг от друга. Если расхождения между ответами эксперта превышают 25 %, ведущий устраивает краткое обсуждение и назначает после этого второй тур опроса.

Назначенные экспертами значения $P^{ДОП}$ и $P^{ЭТ}$ заносятся не только в индивидуальную анкету, но и сводную. Это делает технический работник, который вычисляет среднее по всем экспертам допустимое значение по формуле

$$P^{ДОП} = \frac{\sum_{k=1}^r P_k^{ДОП}}{r}, \quad (4.19)$$

где r – число экспертов.

Затем технический работник определяет $P^{БР}$ как ближайшее к допустимому, но худшее значение показателя свойства.

Находят эталонное значение по формуле

$$P^{ЭТ} = \frac{\sum_{k=1}^r P_k^{ЭТ}}{r}. \quad (4.20)$$

Установленные $P^{БР}$ и $P^{ЭТ}$ заносят в соответствующие графы таблицы оценки качества или таблицы сравнения вариантов.

5. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

5.1. Общие сведения

В разных странах и разных отраслях производства предложено довольно большое количество различных методов и способов оценки качества продукции. Отметим несколько существенных особенностей, присущих всем без исключения такого рода методикам, так называемые принципы, на которых базируется квалиметрия.

В квалиметрии качество рассматривается как некоторая иерархическая совокупность свойств, причем таких свойств, которые представляют интерес для потребителя данного продукта труда.

Отдельные свойства, составляющие иерархическую структуру качества, характеризуются абсолютными показателями P_{ij} , а само качество в целом – относительным показателем качества.

Оценка качества K определяется в квалиметрии с точки зрения не индивидуальной потребности какого-то человека, а с точки зрения общественной потребности (средняя потребность большинства членов общества).

Различные шкалы измерения абсолютных показателей свойств качества P_{ij} обязательно должны быть трансформированы в одну общую шкалу.

Каждое свойство качества определяется двумя числовыми параметрами – относительным показателем K_i и весомостью q_i .

Сумма весомостей свойств одного уровня есть величина постоянная:

$$\sum_{i=1}^n q_i = \text{const}.$$

Весомость и оценка свойств i -го уровня определяется требованиями со стороны связанного с ними свойства $(i-1)$ -го уровня.

5.2. Основы классификации методов оценки качества

Все методы, применяемые в квалиметрии, можно разделить на две группы: дифференциальные – используются в основном при оценке главного (символизирующего, единичного) качества;

комплексные – применяются в большинстве случаев.

Комплексную оценку качества можно рассматривать как двухэтапный

процесс:

первый – оценка простых свойств;

второй – оценка сложных свойств, вплоть до качества в целом.

При выполнении каждого этапа нужно произвести ряд операций, которые перечислены в алгоритме комплексной оценки качества любого объекта (рис. 5.1).

В большинстве методик подход к первым трем операциям одинаков. Различия в методиках сбора и исследования данных, необходимых для оценки качества объекта, показаны на рис. 5.1.

В некоторых методиках свойства, расположенные на одном уровне иерархии, имеют одинаковую весомость. Это позволяет не учитывать весомость в дальнейших расчетах. В большинстве же методик весомость учитывается.

Отсюда первый классификационный признак: учет весомости отдельных свойств.

По выполнению четвертой операции алгоритма методики могут значительно различаться между собой, поэтому второй классификационный признак: вид зависимости между показателями простых свойств и их оценками.

Седьмая и восьмая операции дают соответственно третий и четвертый признаки: способ определения весомостей; способ сведения воедино оценок отдельных свойств.

Таким образом, методы определения комплексных показателей качества могут быть подразделены следующим образом:

по способу учета весомостей отдельных свойств q_{ij} – на методы, учитывающие весомость – код 1 и не учитывающие весомость – код 2;

по виду зависимости между показателями P_j и их оценками K_j – на методы, использующие линейную зависимость (линейная) – код 1, нелинейную зависимость (нелинейная) – код 2; методы, в которых вид зависимости в явном виде не выявляется (неявная), т. е. зависимость определяется экспертным путем, или основанные на изучении экономической эффективности использования продукции – код 3;

по способу определения весомостей отдельных свойств q_j – на методы, базирующиеся на стоимостном принципе определения весомостей – код А, на эвристическом (экспертном) – код Б, на вероятностных оценках и статистическом подходе – код В, на комбинированном принципе определения весомостей (смешанные методы) – код Г;

по способу сведения воедино оценок отдельных свойств – на методы, основанные на использовании средней геометрической величины – код 1, средней арифметической – код 2, средней гармонической – код 3 и на теории

распознавания образцов – код 4.

Данная классификация предложена Г. Г. Азгальдовым, является не единственной ([табл. 5.1](#)).

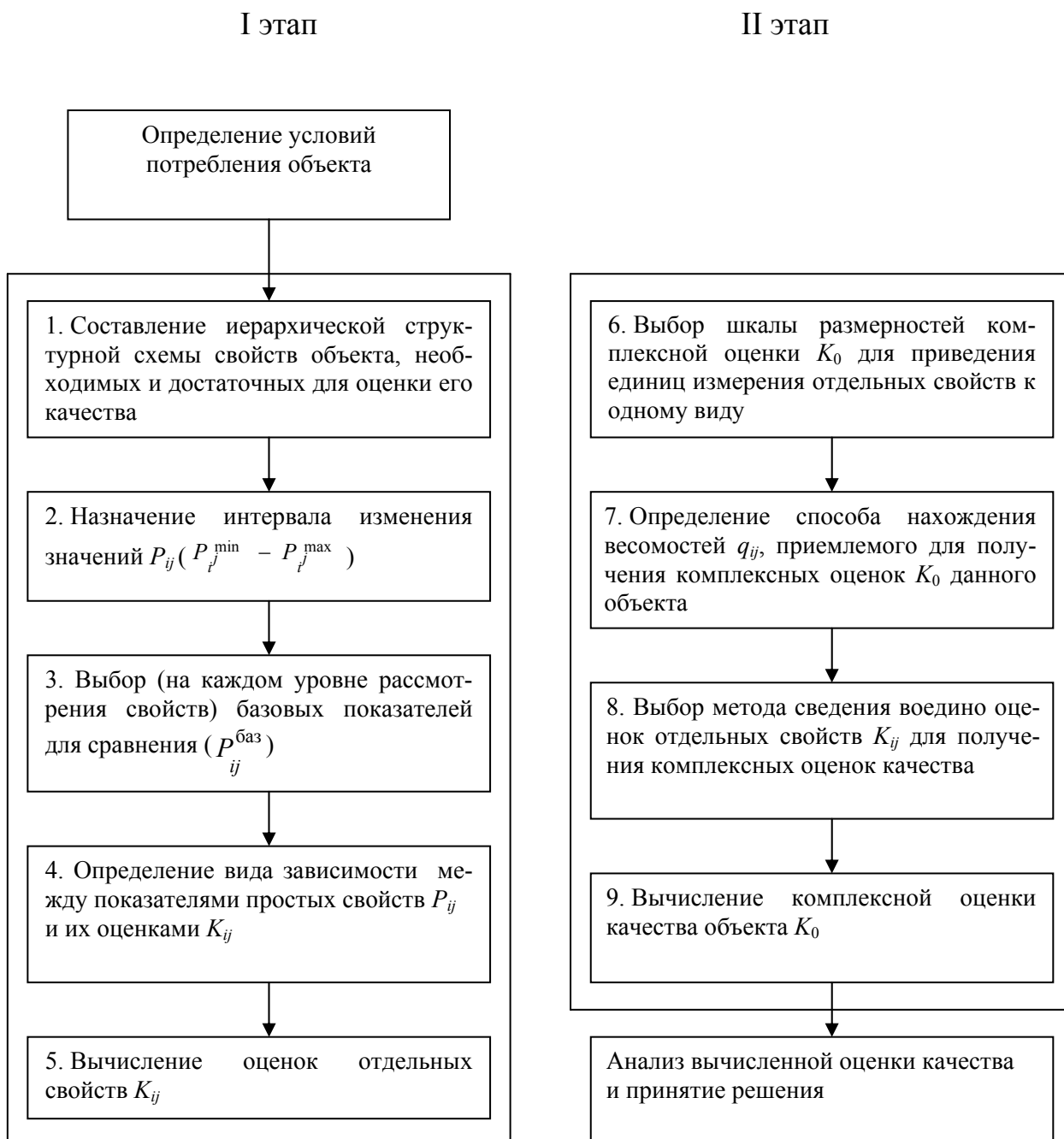


Рис. 5.1. Алгоритм комплексной оценки качества

5. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

5.2. Основы классификации методов оценки качества

Таблица 5.1

Классификация методов оценивания качества

Признаки классификации						
Способ учета весомостей отдельных свойств	Принцип определения весомостей отдельных свойств	Зависимость между показателями свойств и их оценками	Способ сведения воедино оценок отдельных свойств			
			с помощью средней геометрической	с помощью средней арифметической	с помощью средней гармонической	с помощью принципов теории распознавания образцов
(код)	(код)	(код)	(код 1)	(код 2)	(код 3)	(код 4)
Весомости не учитываются (код 1)	Код 1	Линейная (код 1)	1011	1012	1013	1014
		Нелинейная (код 2)	1021	1022	1023	1024
		Неявная (код 3)	1031	1032	1033	1034
Весомости учитываются (код 2)	Стоимостный (код А)	Линейная (код 1)	2А11	2А12	2А13	2А14
		Нелинейная (код 2)	2А21	2А22	2А23	2А24
		Неявная (код 3)	2А31	2А32	2А33	2А34
	Эвристический (экспертный) (код Б)	Линейная (код 1)	2Б11	2Б12	2Б13	2Б14
		Нелинейная (код 2)	2Б21	2Б22	2Б23	2Б24
		Неявная (код 3)	2Б31	2Б32	2Б33	2Б34
	Вероятностный (код В)	Линейная (код 1)	2В11	2В12	2В13	2В14
		Нелинейная (код 2)	2В21	2В22	2В23	2В24
		Неявная (код 3)	2В31	2В32	2В33	2В34
	Комбинированный (код Г)	Линейная (код 1)	2Г11	2Г12	2Г13	2Г14
		Нелинейная (код 2)	2Г21	2Г22	2Г23	2Г24
		Неявная (код 3)	2Г31	2Г32	2Г33	2Г34

5.3. Классификация методов измерения

Все многообразие методов определения комплексного показателя качества может быть подразделено по трем основным характерным признакам: по способу учета весомостей отдельных свойств; способу определения весомостей отдельных свойств; способу сведения воедино показателей оценки отдельных свойств; методам, не учитывающим весомость.

Перечислим методы определения комплексных показателей качества.

1. По способу учета весомостей отдельных свойств:

методы, учитывающие весомость и не учитывающие весомость.

2. По способу определения весомостей отдельных свойств q :

методы, базирующиеся на стоимостном принципе определения весомостей;

методы, базирующиеся на экспертном принципе определения весо-
мостей;

методы, базирующиеся на сочетании стоимостного и экспертного
методов (смешанные);

методы, базирующиеся на вероятностных оценках и статистическом
подходе к их определению.

Здесь:

а) стоимостный принцип – весомость i -го свойства принимается про-
порционально затратам, необходимым на обеспечение существования этого
свойства;

б) экспертный принцип – весомость i -го свойства принимается как
средняя из величин, назначаемых некоторым количеством экспертов;

в) вероятностный принцип – весомость применяется пропорционально
среднему значению степени приближения показателя P_{ij} к эталону $P^{ЭТ}$ (это
среднее значение вычисляется при обработке данных по достаточно большо-
му количеству разных продуктов труда одного и того же назначения).

3. По способу сведения воедино оценок отдельных свойств P :

метод, основанный на использовании средней геометрической;

метод, основанный на использовании средней гармонической;

метод, основанный на использовании средней арифметической;

метод, основанный на использовании теории распознавания образцов.

5.4. Методы, не учитывающие весомость отдельных свойств

Чаще всего для расчета комплексных оценок качества без учета весо-
мостей отдельных свойств используется формула, предложенная М. В. Фе-
доровым и Ф. М. Процаем.

Основная расчетная формула имеет вид

$$K_0 = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n K_i}, \quad (5.1)$$

где n – количество принимаемых во внимание отдельных свойств; K_i – оценка i -
го свойства, выраженная в безразмерных единицах, находящаяся по формуле

$$K_i = \frac{P_i}{P_i^{ЭТ}}. \quad (5.2)$$

5.5. Методы, учитывающие весомость отдельных свойств

1. Определение среднегеометрической величины оценок отдельных свойств.

Суть метода определяется выражением

$$K_0 = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n (K_i q_i)}, \quad (5.3)$$

где q_i – весомость, находящаяся с использованием стоимостного принципа.

Основой стоимостного принципа является утверждение: весомость q_i является монотонно возрастающей функцией от аргумента S_i (денежные или трудовые затраты, необходимые для обеспечения существования i -го свойства).

Если $q_i = \varphi(S_i)$, то при $S_{i+1} > S_i$ $q_{i+1} > q_i$.

2. Определение среднеарифметической величины отдельных свойств.

Расчетная формула этого метода имеет вид

$$K_0 = \sum_{i=1}^n K_i q_i. \quad (5.4)$$

Наиболее часто принимаются условия: $0 \leq K_i \leq 1$, $0 \leq q_i \leq 1$ при $\sum_{i=1}^n q_i = 1$.

Б. Л. Шлюммер и В. А. Канчели определяют весомость q_j по формуле

$$q_i = \frac{S_i}{\sum_{i=1}^n S_i}. \quad (5.5)$$

В. Р. Верченко предлагает определить q_i следующим образом. Так, для механизмов, станков, машин и т. д. весомость такого, например, свойства, как производительность, должна определяться выражением

$$q_i = \frac{g_i}{g_i^{\text{эт}}}, \quad (5.6)$$

где g_i – стоимость единицы выработанной продукции.

Г. Я. Рубин в формуле (5.4) оценку i -го свойства K_i выражает в процентах, а весомость принимает вид $q_i = \alpha_i + \beta_i$, где α_i – изменение затрат в про-

изводстве при улучшении параметра i на 1 %; β_i – изменение затрат в эксплуатации при улучшении параметра i на 1 %.

3. Определение среднегеометрической величины отдельных свойств.

Основная расчетная формула имеет вид

$$K_0 = \left(\sum_{i=1}^n K_i^{q_i} \right)^{\frac{1}{\sum_{i=1}^n q_i}},$$

причем

$$0 \leq K_i \leq 1, 0 \leq q_i \leq 1. \quad (5.7)$$

K_i и q_i находят по специальным оценочным таблицам, составленным на основе среднего мнения специалистов.

При этом каждому количественному значению оценки K_i и весомости q_i в таблице существует определенная качественная оценка.

Пример:

$q_i = 1$ – оценка «чрезвычайно важно»;

$q_i = 0,6$ – «довольно важно»;

$q_i = 0$ – «не имеет никакого значения» и т. д.

$K_i = 1$ – «отлично»;

$K_i = 0,98$ – «хорошо»;

$K_i = 0,6$ – «благоприятно»;

$K_i = 0$ – «неприемлемо» и т. д.

Оценки K_i определяются экспертами применительно к градации абсолютного значения свойства P_i .

В этой формуле при наличии хотя бы одного $K_i = 0$ общий показатель K_0 обращается в нуль.

Другая расчетная формула этого метода имеет вид

$$K_0 = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n K_i}, \quad (5.8)$$

где K_i – взвешенная оценка i -го свойства.

K_i находится так. Для каждого i -го свойства его абсолютные значения P_i оценивают с помощью безразмерного коэффициента K_i по таблице:

1,0 – максимальный уровень, выше которого оценка свойства начинает уменьшаться;

1,0–0,8 – превосходный и приемлемый уровень;

0 – полностью неприемлемый уровень.

4. Определение среднеарифметической величины оценок отдельных свойств с применением экспертной оценки весомостей.

Основная формула имеет вид

$$K_0 = \sum_{i=1}^n K_i q_i, \quad (5.9)$$

где q_i – весомость, определяемая экспертным путем.

В случаях, когда i -е свойство имеет определённую количественную характеристику P_i , значение K_i вычисляют по формуле (5.2) и принимают

$$0 \leq K_i \leq 1; \quad 0 \leq q_i \leq 1 \quad \text{при} \quad \sum_{i=1}^n q_i = 1.$$

Совершенно особая методика оценки качества использует совокупность тех показателей, которые могут определяться только органолептически.

Здесь каждое свойство оценивают с помощью четырех оценок: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «плохо» (соотношение баллов при этом 3; 2; 1; 0 или 4; 2; 1; 0).

Весомости отдельных свойств устанавливают экспертным путем по 10-бальной системе:

$$\sum_{i=1}^n q_i = 10. \quad (5.10)$$

Для всей группы этих методов прежде всего характерно использование экспертного метода определения весомости q_i , а иногда и K_i .

Организация опроса экспертов и обработка получаемых результатов в каждом из способов имеет некоторые отличия. С точки зрения методики проведения опросов экспертов в настоящее время наиболее совершенным считается метод Делфи (или метод дельфийского оракула).

Здесь наиболее часто применяются шесть основных методов математической обработки результатов опроса:

А. Метод предпочтения.

Все весомости q_i экспертам предлагается пронумеровать в порядке их предпочтения (самое важное свойство 1, следующее 2 и т. д.).

Расчетная формула:

$$q_i = \frac{\sum_{j=1}^n W_{ij}}{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^n W_{ij}}, \quad (5.11)$$

где W_{ij} – место, на которое поставлена весомость i -го свойства у j -го эксперта; r – количество экспертов.

Б. Метод ранга.

Важность каждого критерия эксперты оценивают по шкале относительной значимости в диапазоне 0–10 (не только целые числа, но и дробные).

Формула:

$$q_j = \frac{\sum_{i=1}^r q_{ij}}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^r q_{ij}}, \quad (5.12)$$

где $q_{ij} = \frac{\rho_{ij}}{n}$; ρ_{ij} – ранг весомости i -го свойства у j -го эксперта.

В. Первый метод попарного сопоставления.

Эксперт получает матрицу, в которой по горизонтали и вертикали обозначены все сравниваемые свойства. Для простоты название свойства здесь заменено соответствующими весомостями, а количество свойств ограничено пятью ([рис. 5.2](#)).

	2	3	4	5
	q_2	q_3	q_4	q_5
1	q_1			
2		q_2		
3			q_3	
4				q_4
5				q_5
	2	3	4	5

Рис. 5.2. Матрица попарного сопоставления

В каждой клетке, относящейся к двум сравниваемым свойствам, эксперт проставляет номер того свойства, которое он считает более важным. Расчетная формула:

$$q_{ij} = \frac{\sum_{j=1}^r q_{ij}}{\sum_{j=1}^r \sum_{i=1}^n q_{ij}}, \quad (5.13)$$

где

$$q_{ij} = \frac{f_{ij}}{i}.$$

Причем

$$f_{ij} = \sum_{i=1}^{n-1} f\left(\frac{i}{i}\right)_j, \quad (5.14)$$

где f_{ij} – частота превалирования у j -го эксперта весомости i -го свойства над весомостями всех остальных свойств; $f\left(\frac{i}{i}\right)_j$ – частота выбора весомости q_i

по сравнению с весомостью q'_i ; j – общее число суждений $j = \frac{n(n-1)}{2}$.

Г. Второй метод попарного сравнения.

Эксперт сравнивает пары свойств и определяет преимущества одного из них не с помощью матрицы, а подчеркивая предпочтительное свойство в каждой из представленных ему комбинациях:

свойство 1 – свойство 2,

свойство 7 – свойство 15 и т. д.

Расчетные формулы те же, что и в первом методе.

Д. Метод полного попарного сопоставления.

Следует избегать ошибки, связанной с тем, что какому-то i -му свойству дается преимущество по сравнению со свойством i^1 не в силу его большой важности, а потому что при сравнении по второму методу попарного сопоставления его случайно поставили первым в паре. Поэтому сравнение проводится не только в порядке $i - i^1$, но и в обратном порядке: свойство i^1 – свойство i .

Расчетные формулы те же, за исключением $i = n(n-1)$.

Е. Метод последовательных сопоставлений.

Эксперты производят следующие операции:

а) свойства располагают в порядке предпочтения (см. метод предпочтения);

б) наиболее важное свойство получает весомость q_i равную 1, а все остальные свойства представляют в порядке убывания от 0 до 1;

в) если свойство с критерием q_j более важно, чем все остальные свойства вместе взятые, то q_i увеличивается до значения, превосходящего сумму всех прочих весомостей, т. е. $q_i > \sum_{i=2}^n q_i$;

г) при необходимости в зависимости от важности самого главного свойства q_1 проводят и обратную процедуру, чтобы удовлетворить соотношение $q_i > \sum_{i=2}^n q_i$;

д) затем решают аналогичный вопрос и по отношению к следующему по важности свойству и т. д.

Обработку результата опроса в этом методе производят по формулам метода ранга.

Существует довольно высокая сходимость результатов при обработке материалов одного и того же опроса по каждому из этих шести методов. Поэтому, учитывая относительную простоту метода предпочтения, можно считать его приемлемым для большинства случаев применения экспертного опроса специалистов.

5. Определение среднегеометрической оценки

Весомости отдельных свойств q_i находят на основе комбинации стоимостного и экспертного методов (смешанный) по формуле

$$K_0 = \prod_{i=1}^n K_i^{q_i}, \quad (5.15)$$

где $K_i = \frac{P_i}{P_i^{\text{эт}}}$; q_i – коэффициенты, определяющие влияние и значимость каж-

дого i -го показателя качества в общем уровне качества в целом. Находят их методом корреляционного анализа.

6. Смешанный метод, основанный на методе лимитных цен – способе, используемом в системе оптимального планирования на основе объективно обусловленных оценок.

Для группы, к которой относится оцениваемый продукт труда, выбирают изделие – эталон, имеющее качество $K_0^{\text{эт}}$ и цену $C^{\text{эт}}$.

Если рентабельность такого изделия существенно отличается от сред-

неотраслевой, базовую цену следует скорректировать. Затем экспертным путем определяют условную (лимитную) цену $\Pi^{\text{лим}}$ на оцениваемый продукт таким образом, чтобы совокупность этой лимитной цены $\Pi^{\text{лим}}$ и качества K_0 обеспечивала потребителю равную выгодность применения этого изделия по сравнению с изделием эталонным.

Разность $\Pi^{\text{эт}} - \Pi^{\text{лим}}$ характеризует экономический эффект для потребителя (со знаком + или -), получаемый при использовании оцениваемого продукта.

Соотношение лимитных и базовых цен представляет собой количественный показатель качества $K_0 = \frac{\Pi^{\text{лим}}}{\Pi^{\text{эт}}}$.

7. Вероятностный метод.

При измерении качества некоторых видов приборов, в роли критерия качества K_0 иногда выступает величина $P(h)$ – вероятность выполнения определенной задачи h .

Например, качество бытовой электроаппаратуры иногда измеряют вероятностью безотказной работы в течение гарантийного срока службы по формуле

$$K_0 = P(h). \quad (5.16)$$

Расчет $P(h)$, как правило, проводится на ЭВМ с помощью математической модели условий выполнения этой задачи. Точность результатов в основном зависит от числа факторов, которые удается учесть в составе этой модели. (В этом методе, однако, не учитывается целый ряд характеристик, например эргонометрических).

8. Метод статистической обработки проектов. Базируется на очевидном предположении, что среди свойств, определяющих качество любого продукта, имеется, по меньшей мере, два таких «конкурирующих» свойства (i и i'), взаимосвязь между которыми определяется выражениями

$$P_i \neq P_i^{\text{эт}}, \quad P_i = P_i^{\text{эт}}, \quad (5.17)$$

где $P_i^{\text{эт}}$ – самое высокое значение свойства, достигнутое в мировой практике в серийно выпускаемых образцах какой-то продукции.

Естественно предположить, что свойства более важные (имеющие большую величину q_i) для всей совокупности модификаций данного продукта труда будут в среднем в большей степени приближаться к своему эталон-

ному значению $P_i^{\text{эт}}$, чем свойства менее важные.

Если $f\left(\frac{P_i}{P_i^{\text{эт}}}\right)$ – некоторая функция, показывающая степень приближе-

ния показателя i -го свойства P_i к соответствующему значению $P_i^{\text{эт}}$, то

$$q_i = F\left[f\left(\frac{P_i}{P_i^{\text{эт}}}\right)\right]. \quad (5.18)$$

Значение q_i берется как средняя арифметическая при обработке достаточно большого количества проектов, когда субъективные факторы взаимно нейтрализуются и средняя весомость того или иного свойства, полученная при статистической обработке проектов, начинает отражать объективную весомость.

Весомость тем выше, чем больше (в среднем) степень приближения к эталону:

$$q_j = \frac{\sum_{i=1}^r \frac{K_{ij}}{n}}{r}, \quad (5.19)$$

где r – достаточно большое количество анализируемых проектов одного и того же продукта труда ($j = 1, 2, \dots, r$); K_{ij} – оценка степени приближения в j -м проекте показателя i -го свойства к своему эталонному значению $P_{ij}^{\text{эт}}$.

$$K_{ij} = K_{ij}'' + 0,64 \operatorname{sgn} K_{ij}'' (1 - K_{ij}'') \operatorname{arctg} (j_i). \quad (5.20)$$

$K_{ij}'' = K_{ij}' e(u)$ при условии, что

$$u = 1 - \frac{P_{ij}}{2P_{ij}^{\text{эт}}}. \quad (5.21)$$

$$K_{ij}' = 1 - \left(\frac{|P_{ij}^{\text{эт}} - P_{ij}|}{P_{ij}^{\text{эт}}}\right)^{j_i}, \quad j_i = \frac{P_i^{\max} - P_i^{\min}}{P_i^{\text{эт}}}. \quad (5.22)$$

$$\text{Очевидно,} \quad \left\{ \begin{array}{l} 0 \leq j_i \leq \infty \\ 0 \leq K'_{ij} \leq 1 \\ 0 \leq K''_{ij} \leq 1 \\ 0 \leq K_{ij} \leq 1 \end{array} \right.$$

Только в этом методе оценки проектов производится вычисления при наличии одновременно обоих неравенств $P_i < P_i^{\text{эт}}$ и $P_i > P_i^{\text{эт}}$.

Детальный анализ всех изложенных выше методов измерения качества показывает, что только в последнем методе используется функция $K_i = f_2(P_i, P_i^{\text{эт}}, P_i^{\text{max}}, P_i^{\text{min}})$, учитывающая также и характеристику интервала j_i .

5.6. Выборочный контроль качества

5.6.1. Основные понятия

Контроль качества независимо от совершенства применяемых методик предполагает прежде всего отделение хороших изделий от плохих. Естественно, что качество изделий не повышается за счет выбраковки некачественных.

Большую роль в обеспечении качества продукции играют статистические методы. Целью статистического контроля является исключение случайных изменений качества продукции.

Статистические методы контроля подразделяются на следующие:

- статистический приемочный контроль по альтернативному признаку;
- выборочный приемочный контроль по варьирующим характеристикам качества;
- стандарты статистического приемочного контроля;
- систему экономических планов;
- планы непрерывного выборочного контроля;
- методы статистического регулирования технологических процессов.

Каждая из разновидностей статистических методов контроля качества характеризуется своими преимуществами и недостатками. Например, выборочный приемочный контроль по варьирующим характеристикам требует меньшего объема выборки. Недостаток метода заключается в том, что для каждой контролируемой характеристики нужен отдельный план контроля.

Как правило, планы выборочного приемочного контроля проектируют таким образом, чтобы вероятность ошибочно забраковать годную продукцию была мала, т. е. был мал «риск производителя». Большинство планов выбороч-

ного контроля проектируется так, чтобы «риск производителя» был $\alpha = 0,05$.

Если при установленном плане выборочного контроля «уровень приемлемого качества» соответствует предполагаемой доле брака P в генеральной совокупности, то считают, что вероятность забраковать годную продукцию мало отличается от 0,05. Поэтому уровень приемлемого качества и α соответствует способу плана выборочного контроля. Важно также, чтобы план приемочного выборочного контроля составлялся с таким расчетом, чтобы вероятность приемки продукции низкого качества была мала, т. е. был мал «риск потребителя». Граница между хорошей и плохой продукцией называется допустимой долей брака в партии.

5.6.2. Статистический приемочный контроль по альтернативному признаку

Основной характеристикой этого метода является генеральная доля дефектных изделий

$$q = \frac{D}{N}, \quad (5.23)$$

где D – число дефектных изделий в партии; N – объем партии изделий.

В практике q неизвестна, следует оценить ее по результатам контроля случайной выборки объемом n изделий, из которых m дефектных.

Под планом контроля будем понимать систему правил, указывающих методы отбора изделий для проверки, и условия, при которых партию следует принять, забраковать или продолжить контроль. Различают следующие виды планов статистического контроля партии продукции по альтернативному признаку.

Одноступенчатые планы, согласно которым если среди n случайно отобранных изделий число дефектных m окажется не больше приемочного числа C ($m \leq c$), то партия принимается, в противном случае бракуется.

Двухступенчатые планы, согласно которым если среди n_1 случайно отобранных изделий число дефектных m_1 окажется не больше приемочного числа C_1 ($m_1 \leq c_1$), то партия принимается; если $m_1 \geq d_1$, где d_1 – браковочное число, то партия бракуется. Если же $c_1 < m_1 < d_1$, то принимается решение о взятии второй выборки объемом n_2 .

Тогда если суммарное число дефектных изделий в двух выборках ($m_1 + m_2$) $\leq c_2$, то партия принимается, в противном случае партия бракуется по данным двух выборок.

Многоступенчатые планы являются логическим продолжением двухступенчатых. Берется выборка объемом n_1 и определяется число дефектных

изделий m_1 . Если $m_1 \leq c_1$, то партия принимается. Если $m_1 > d_1$ ($d_1 > c_1 + 1$), то партия бракуется.

Если $c_1 < m_1 < d_1$, то принимается решение о взятии второй выборки n_2 . Пусть среди $n_1 + n_2$ изделий имеется m_2 дефектных. Тогда если $m_2 \leq c_2$, то партия принимается, $m_2 \geq d_2$ ($d_2 > c_2 + 1$) – партия бракуется. При $c_2 < m_2 < d_2$ принимается решение о взятии третьей выборки.

Если на k -м шаге среди $\sum_{i=1}^k n_i$ проконтролированных изделий выборки оказалось m_k дефектных и $m_k \leq c_k$, то партия принимается; если же $m_k > c_k$, то партия бракуется. Число шагов k заранее задается. Обычно принимают $n_1 = n_2 = \dots = n_k$.

Последовательный контроль, при котором решение о контролируемой партии принимается после оценки качества ряда выборок, общее число которых заранее не установлено, определяется в процессе контроля по результатам предыдущих выборок.

Одноступенчатые планы наиболее просты в смысле организации контроля на производстве. Однако двухступенчатые, многоступенчатые и последовательные планы контроля обеспечивают при том же объеме выборки большую точность принимаемых решений, но они более сложны и требуют значительных вычислений.

При использовании методов выборочного контроля решение о качестве всей партии принимается по данным выборочных наблюдений. С одной стороны, всегда существует риск, что в случайной выборке окажется большое число дефектных изделий, тогда как во всей партии их доля допустима.

В этом случае годная партия будет ошибочно признана забракованной и совершена так называемая ошибка первого рода. С другой стороны, при сильной засоренности партии дефектными изделиями в выборке может оказаться небольшое число дефектов и партия будет ошибочно принята – ошибка второго рода.

Задача выборочного приемочного контроля фактически сводится к статистической проверке гипотезы о том, что доля дефектных изделий q в партии деталей равна допустимой величине q_0 .

Задача правильного выбора плана статистического контроля состоит в том, чтобы сделать ошибки первого и второго рода маловероятными.

Основным вероятностным показателем плана статистического контроля является оперативная характеристика.

Оперативная характеристика плана.

Оперативной характеристикой плана называется функция $P(q)$, равная вероятности принять партию продукции с долей дефектных изделий $q = \frac{D}{N}$, где D – число дефектных изделий в партии из N изделий. Очевидно, что для

каждого плана будет своя оперативная характеристика.

Пусть из экономических или каких-либо других соображений установлено, что если $q < q_0$, тогда качество партии считается хорошим и партию следует принять. При $q \geq q_0$ партию следует забраковать. В идеальном случае оперативной характеристикой будет функция

$$P(q) = \begin{cases} 1, & \text{при } 0 \leq q \leq q_0 \\ 0, & \text{при } q_0 < q \end{cases} \quad (5.24)$$

Идеальная оперативная характеристика (рис. 5.3) может соответствовать только плану сплошного контроля при условии, что во время контроля дефект не может быть пропущен.

Для планов выборочного контроля оперативная характеристика имеет вид плавной кривой (рис. 5.4). Причем $P(q) = 1$ при $q = 0$, т. е. партия, у которой все детали годные, не может быть забракована, и $P(q) = 0$ при $q = 1$, т. е. партия, у которой все детали дефектные, не может быть принята.

Обычно при выборочном контроле партию разделяют на хорошие и плохие с помощью двух чисел q_0 и q_m ($q_0 < q_m$), где q_0 – приемлемый, а q_m – браковочный уровень качества.

Приемлемым уровнем качества q_0 будем называть предельно допустимое значение доли дефектных изделий в партии, изготовленной при нормальном ходе производства.

Браковочный уровень качества q_m определяет границу для отнесения партии продукции к браку. Партии считают хорошими при $q \leq q_0$ и плохими при $q \geq q_m$. При $q_0 < q < q_m$ качество партии считается допустимым.

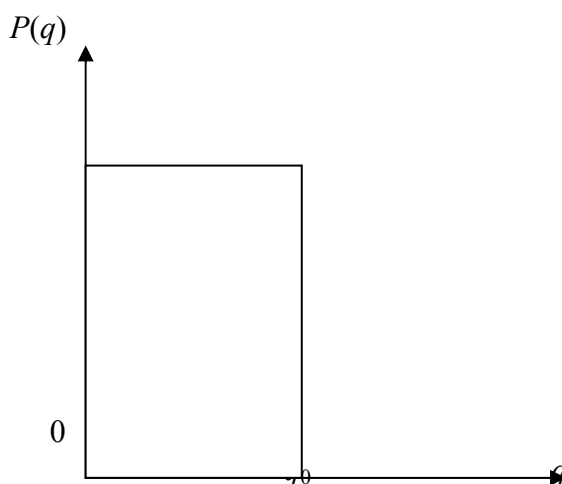


Рис. 5.3. Идеальная оперативная характеристика плана

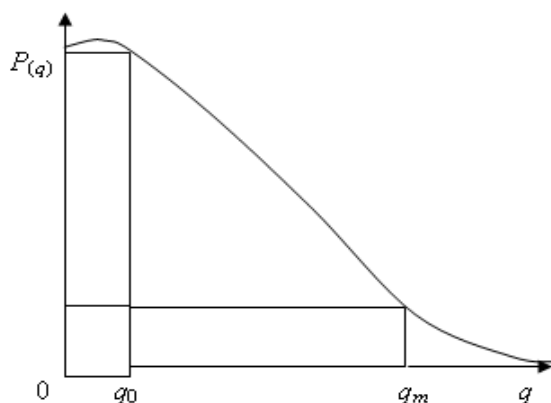


Рис. 5.4. Оперативная характеристика выборочного контроля

Значения q_0 и q_m должны отвечать определенным требованиям поставщика и потребителя (технической документации) к качеству продукции.

Обычно к плану контроля предъявляются следующие требования:

$$P(q) \geq 1 - \alpha \text{ при } q \leq q_0,$$

$$P(q) \leq 1 - \beta \text{ при } q \geq q_m.$$

Вероятность α забраковать партию с приемлемым уровнем качества $q_0 = q$ называют риском поставщика, или вероятностью ошибки первого рода.

Вероятность β принять партию с браковочным уровнем качества $q = q_m$ называют риском потребителя, или вероятностью ошибки второго рода. Таким образом, требования к плану выборочного контроля могут сводиться к тому, чтобы риски поставщика и потребителя не превышали α и β .

В стандартах по статистическому контролю используются только некоторые значения α и β , например: 0,01; 0,05; 0,1.

Пример. Рассмотрим план контроля, который гарантирует $\alpha = 0,01$ и $\beta = 0,05$ при значениях доли дефектных изделий $q_0 = 0,005$ и $q_m = 0,02$.

По этому плану в среднем из каждых 100 партий, имеющих засоренность не выше 0,5 %, будет забраковываться не больше 1, а из 100 партий, содержащих более 2 % дефектных изделий, в среднем будет принято не более 5 партий.

На практике часто значение q_0 берут немного большим доли дефектных изделий, которая имеет место при нормальном ходе производства, чем и гарантируют прием почти всех партий, изготовленных при налаженном технологическом процессе. Значения β и q_m выбирают с учетом требований потребителя.

При использовании планов выборочного контроля по результатам проверки выборки обычно принимают одно из трех решений:

1. Принять непроконтролированную (оставшуюся) часть партии без дальнейшего контроля.

2. Отвергнуть оставшуюся часть партии без контроля.

3. Провести сплошной (100%-ный) контроль оставшейся части партии.

Возможны и другие варианты решения, например снижение сортности,

последующая переработка и т. д.

5.6.3. Выбор плана

В зависимости от принимаемых по результатам выборочного контроля решений будут иметь место различные типы планов. Так, в случае одноступенчатых планов (n, c) , которые определяются двумя параметрами: объемом выборки n и приемочным числом c , возможны следующие типы планов.

Согласно плану $(n, c)_{12}$ из партии продукции объемом N отбирают для контроля случайным образом n изделий. Если среди изделий число дефектных изделий m окажется больше c ($m > c$), то принимается решение 2 и оставшаяся часть партии $(N - n)$ отвергается без дальнейшего контроля; если $m \leq c$, то оставшуюся часть партии $(N - n)$ следует принять без контроля (решение 1).

Планы типа $(n, c)_{12}$ обычно используют при разрушающем контроле или когда стоимость контроля велика. Планы $(n, c)_{13}$ – при неразрушающем контроле, когда требования к качеству очень высокие и велика стоимость контроля. Планы типа $(n, c)_{23}$ используют для получения дополнительной информации о качестве продукции, а также когда хотят с помощью контроля уменьшить долю дефектных изделий в продукции.

5.6.4. Контрольные карты

Контрольные карты – наиболее мощные средства анализа вариаций большинства процессов как производственных, так и управленческих.

Контрольные карты были изложены Уолтером Шухартом в 1931 г. в книге «Экономный контроль качества промышленной продукции».

Контрольные карты – это линейные графики, показывающие динамику поведения процесса. Для вычисления верхнего и нижнего контрольных пределов надо иметь около 100 точек данных на контрольной карте ([рис. 5.5](#)).

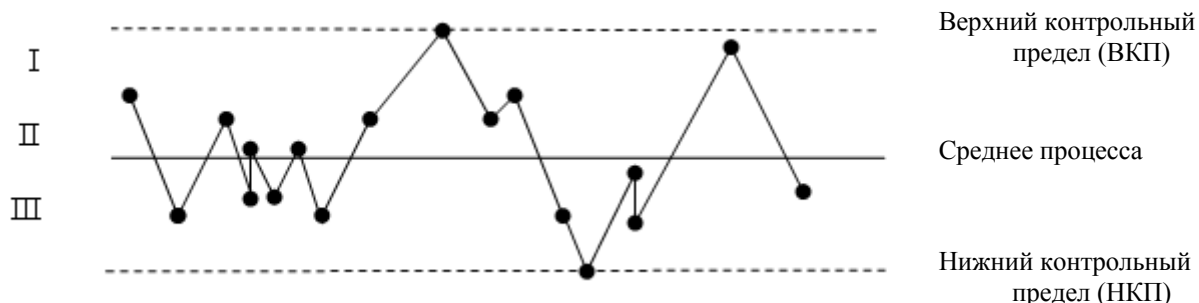


Рис. 5.5. Контрольная карта

Первоначально карты использовались для регистрации результатов измерений требуемых свойств продукции.

Выход параметра за границы поля допуска свидетельствовал о необходимости остановки производства и проведения корректировки процесса производства (процесс неуправляем).

Карта хранила информацию о том, когда, кто, на каком оборудовании получал брак. Однако в этом случае решение о корректировке принималось тогда, когда брак уже был получен. Поэтому важно было накопить информацию, чтобы контрольную карту можно было использовать при принятии решений.

Это предложение опубликовал американский статистик И. Пейдж в 1954 г. Карты, которые используют при принятии решений, называются кумулятивными.

Контрольная карта состоит из центральной линии, двух контрольных пределов (верхнего и нижнего) и значений характеристики (показателя качества), нанесенных на карту для представления состояния процесса.

В определенные периоды времени отбирают (все подряд; выборочно; периодически из непрерывного потока и т. д.) n изготовленных деталей и измеряют контролируемый параметр.

Сигналом о возможной разналадке технологического процесса могут служить:

- выход точки за контрольные пределы (процесс вышел из под контроля);
- расположение группы точек (последовательных) около одной из контрольных границ;
- сильное рассеяние на контрольной карте относительно средней линии последовательных точек.

В зависимости от вида показателя и от цели существуют различные типы контрольных карт, которые классифицируются по качественным (альтернативным) и количественным признакам.

Существует много разновидностей контрольных карт. Поскольку каждая из них обладает характерными особенностями, то при выборе необходимо четко уяснить их особенности и назначение применительно к тем элементам, которые намечаются для контроля и регулирования.

1. Контрольные карты для количественных переменных (факторов).

Отражают конкретные измерения характеристик процесса (температура, размер, вес, товарная масса и т. п.). Назовем их типы:

\bar{X} – R -карты (когда данные легко доступны), [рис. 5.6](#);

карты текущих значений (ограничиваются единичными данными);

$M\bar{X}$ – MR -карты (данные ограничены);

\bar{X} – MR -карты (данные ограничены);

\bar{X} – S -карты (когда сигма легко доступна);

карты медиан.

2. Контрольные карты для качественных измерений (признаков).

Отражают общее измерение всего процесса (число рекламаций на заказ, число заказов в единицу времени, частоту прогулов и т. д.).

Их типы:

P -карты;

np -карты;

c -карты;

n -карты.

Карты для факторов обычно обходятся дороже. Но эти карты более содержательны и полезны.

Обозначения $\bar{X} - R$ для карт:

n – объем выборки;

X – показания (данные);

\bar{X} – среднее показание в выборке;

$\bar{\bar{X}}$ – среднее всех средних \bar{X} . Это положение центральной линии X на карте;

R – размах. Это разность между наибольшим и наименьшим значениями каждой выборки;

\bar{R} – среднее всех R . Это положение центральной линии на R -карте;

ВКП – верхний контрольный предел. Верхняя граница охватывает 99,73 % совокупности. Это не граница допуска;

НКП – нижний контрольный предел. Нижняя граница охватывает 99,73 % совокупности (тоже не граница допуска).

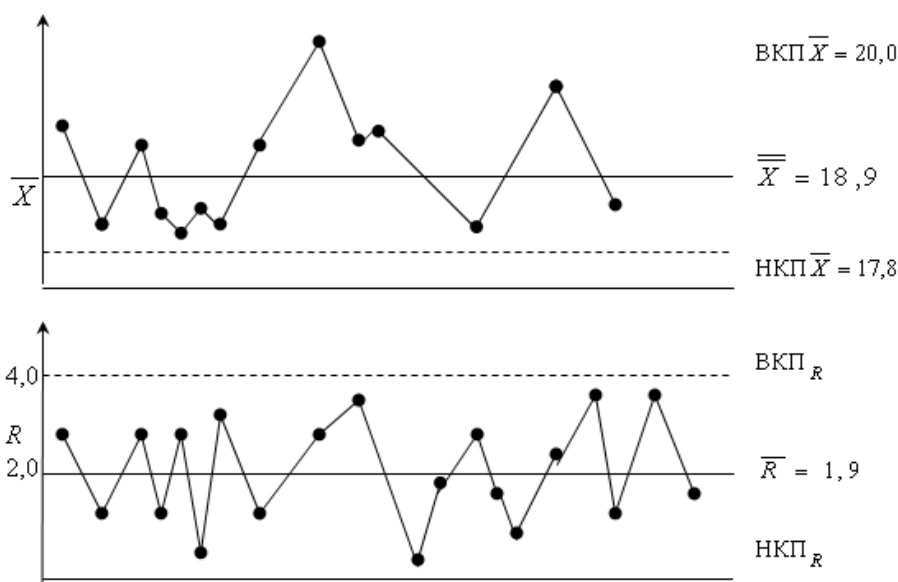


Рис. 5.6. Типичная $\bar{X} - R$ контрольная карта

Обычно используют следующие этапы построения $\bar{X} - R$ -карт:

1. Определить объем выборки n , равный 3, 4 или 5, и частоту отбора.
2. Собрать от 20 до 25 таких наборов данных во времени – последователь-

5. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

5.6. Выборочный контроль качества

ных выборок (содержащих, по меньшей мере, от 60 до 100 отдельных точек).

3. Вычислить среднее для каждой выборки, равное \bar{X} .

4. Вычислить размах для каждой выборки R .

5. Вычислить $\bar{\bar{X}}$ (среднее всех средних) $\bar{\bar{X}}$. Это центральная линия \bar{X} -карты.

6. Вычислить $\bar{\bar{R}}$ (среднее всех размахов R). Это центральная линия R -карты.

7. Вычислить контрольные пределы:

$$\bar{X}\text{-карты: ВКП}\bar{X} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{\bar{R}};$$

$$\text{НКП}\bar{X} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{\bar{R}}.$$

$$R\text{-карты: ВКП}_R = D_4 \bar{\bar{R}};$$

$$\text{НКП}_R = D_3 \bar{\bar{R}}.$$

Значения коэффициентов A_2 , D_3 , D_4 приведены в [табл. 5.2](#).

Таблица 5.2

Значения коэффициентов

n	A_2	D_3	D_4	d_2
2	1,88	0	3,27	1,13
3	1,02	0	2,57	1,69
4	0,73	0	2,28	2,06
5	0,58	0	2,11	2,33
6	0,48	0	2,0	2,53

8. Нанести данные на карту и интерпретировать ее с точки зрения наличия или отсутствия особых или неслучайных причин вариации.

6. КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ

6.1. Общие сведения

Стремление России к интеграции в мировое сообщество, а также развитие рыночных отношений внутри страны предполагают всестороннее и полное выявление свойств и оценку показателей, определяющих и характеризующих качество продукции и технический уровень производства. Состав и взаимосвязь основных требований, предъявляемых к производству продукции в нормативной и технической документации, показан на [рис. 6.1](#).

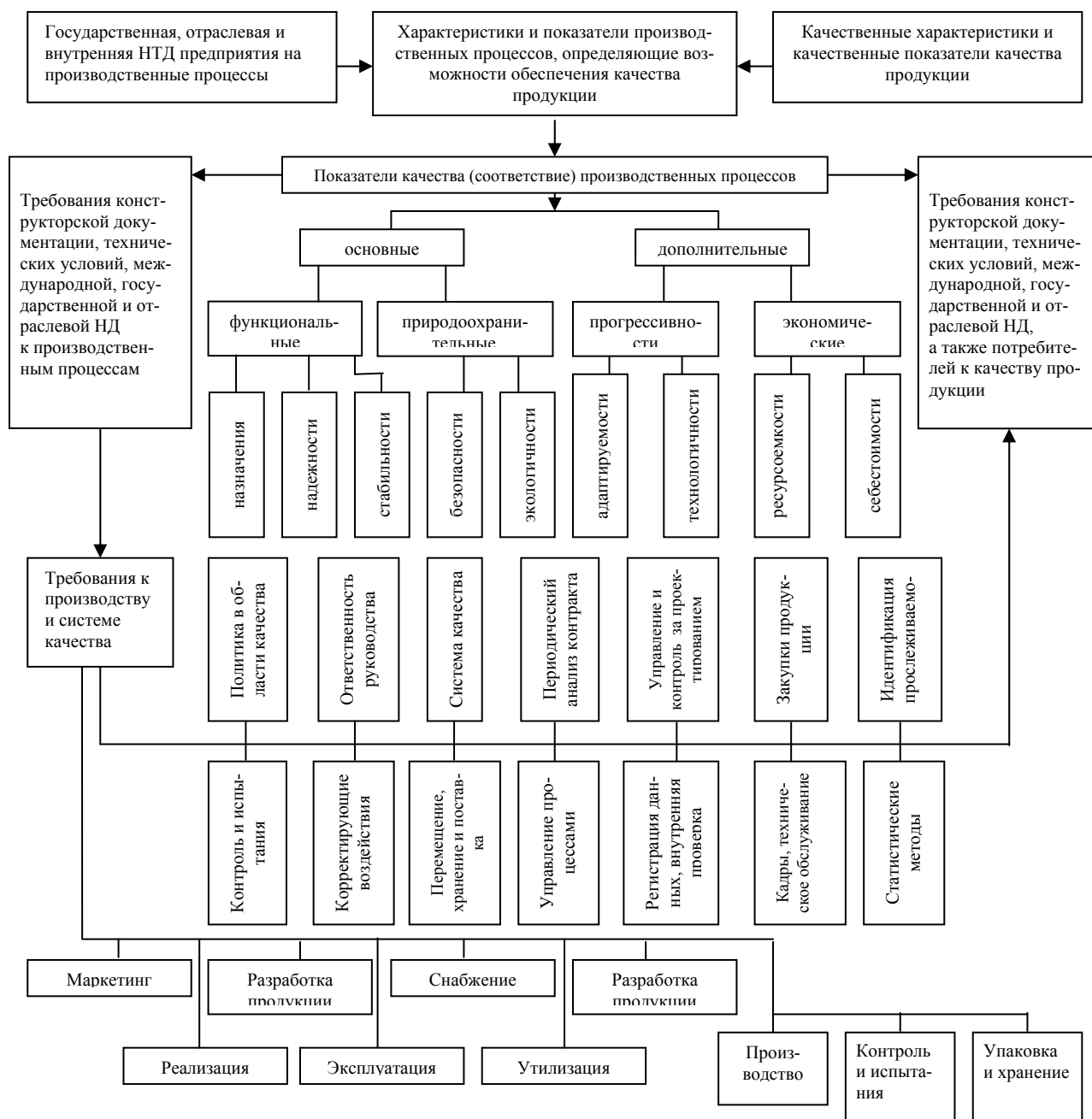


Рис. 6.1. Состав и взаимосвязь основных требований

6.2. Классификация промышленной продукции

Классификация промышленной продукции показана на [рис. 6.2](#).

Классификация свойств (показателей качества), которые нужно учитывать при комплексной оценке качества в разных методиках, отличается друг от друга (авторы: Ю. С. Вениаминов, Ф. Р. Маев, Г. О. Рабинович, Я. Б. Илор), но наиболее полная содержит следующие 13 групп:

- 1) целевого назначения;
- 2) состава, структуры или конструкции;
- 3) технологические;
- 4) экономические;
- 5) сохраняемости;
- 6) ремонтпригодности;
- 7) безотказности;
- 8) долговечности;
- 9) эргономические;
- 10) стандартизации и унификации;
- 11) патентно-правовой защиты;
- 12) эстетические;
- 13) транспортабельности.

Причем только первые пять групп свойств применимы для оценки качества любого конкретного образца продукции, остальные восемь не имеют универсальной применимости.

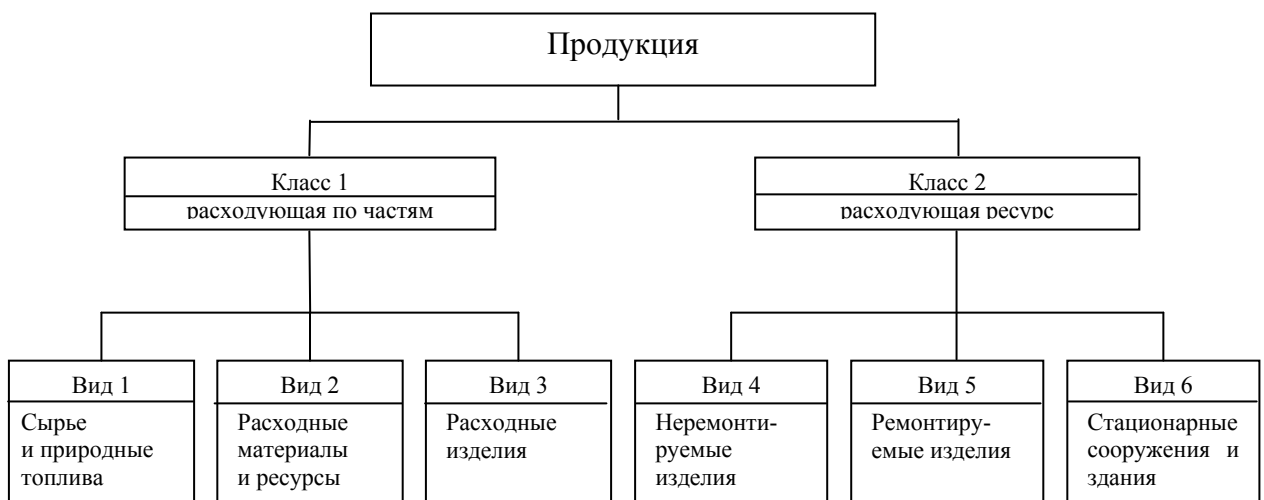


Рис. 6.2. Классификация промышленной продукции

Классификация продукции позволяет очертить сферы применения не-универсальных показателей свойств (группы с 6-й по 13-ю) при оценке качества продукции.

6.3. Алгоритм оценивания качества

Для квалиметрического анализа различных объектов в теоретической квалиметрии обоснована определенная последовательность выполняемых при этом этапов работы. Совокупность этих этапов может быть представлена в виде укрупненной блок-схемы алгоритма оценивания качества, [рис. 6.3](#).



Рис. 6.3. Алгоритм оценивания качества

Данная блок-схема отражает только тот набор этапов, который соответствует упрощенному методу оценивания качества. Для приближенного и,

6. КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ

6.3. Алгоритм оценивания качества

особенно, точного метода этот набор значительно больше.

Наилучших результатов в создании и выпуске конкурентоспособной продукции добиваются предприятия, обладающие исчерпывающими сведениями о состоянии и возможностях производственных процессов, а также своевременно вырабатывающие управляющие воздействия по их совершенствованию.

По мнению специалистов, качество продукции закладывается в конструкторской и технологической документации, и та и другая должны соответствующим образом оцениваться.

7. КАЧЕСТВО ПРОЕКТА

7.1. Характеристики оцениваемого проекта

Процедура непосредственной оценки качества проекта основана на использовании общих данных (вспомогательных материалов, т. е. значений Q , $\rho^{\text{бр}}$, $\rho^{\text{эт}}$, а также эталонных значений показателей надежности $T_{\text{сл}}$, $T_{\text{ми}}^{\text{эт}}$, $T_{\text{су}}^{\text{эт}}$), одинаковых для всех проектов (объектов данного типа) и конкретных данных (значений абсолютных показателей свойств P , а также значений показателей надежности $T_{\text{ми}}$, $T_{\text{пр}}$, индивидуальных для каждого проекта объектов).

Общие данные (вспомогательные материалы) могут выявляться непосредственно той ОГ, которая оценивает качество проекта, а могут использоваться ею уже в готовом виде, при получении их из какой-то другой организации, где эти данные полностью или частично уже были получены.

Конкретные же данные всегда определяет ОГ непосредственно в ходе оценки проекта. Процесс оценки качества проекта упрощенным методом состоит из двух частей: определение значений абсолютных показателей свойств P и значений абсолютных показателей $T_{\text{ми}}$, $T_{\text{пр}}$ (конкретных данных) и вычисление значений относительных показателей – свойств K , надежности $K_{\text{н}}$ (или $K_{\text{эф}}$) и интегрального качества $K_{\text{э}}$.

7.2. Значение абсолютных показателей

Численные значения абсолютных показателей свойств (так же, как и эталонные, и браковочные значения) $\rho^{\text{эт}}$ и $\rho^{\text{бр}}$ определяются только у тех свойств проекта, которые находятся на последнем (крайнем справа) ярусе полного или неполного дерева, экспертным или неэкспертным методами.

Неэкспертными методами значения P определяются тогда, когда соответствующее свойство простое или квазипростое. Подобная ситуация характерна для большинства свойств полного дерева и лишь для отдельных свойств неполного дерева.

В этих случаях численное значение P определяется техническим работником или членом ОГ (по решению ЛРМ и с учетом того, какой для этого необходим уровень квалификации). При этом, в зависимости от характера свойства, могут использоваться четыре неэкспертных метода определения P :

7. КАЧЕСТВО ПРОЕКТА

7.2. Значение абсолютных показателей

документальный, аналитический (расчетный), физических измерений, простого подсчета. Эти методы могут применяться как в отдельности, так и в некоторой комбинации друг с другом.

Документальный метод. Требуется сведений о значениях показателей отдельных свойств, характеризующих качество запроектированного объекта: указанные на чертежах площади отдельных помещений, указанные в пояснительной записке вид отделки стен или материал верхнего покрытия пола и др.

Аналитический (расчетный) метод. Применяется для определения значений Q квазипростых свойств, для которых существует расчетная формула, связывающая значение показателя этого квазипростого свойства со значениями показателей, определяющих его менее сложных свойств.

Метод физических измерений. Используется при показателях P , данные по которым могут быть получены из проекта с помощью какого-то измерительного прибора. Определение значения показателя свойства таким методом физических измерений во многих случаях может производиться и техническими работниками.

Метод простого подсчета. Применяется для тех свойств, информацию о которых можно получить из проекта простым подсчетом (например, количество лифтов в здании, аварийных выходов и др.).

Выполняется также техническими работниками.

Экспертный метод. Применяется для P всех сложных свойств (в случае использования неполного дерева), а также для всех тех простых и квазипростых свойств (в полном или неполном дереве), для которых в настоящее время отсутствуют неэкспертные методы определения значения P или же неэкспертное определение величины Q связано с многочисленными и сравнительно трудоемкими расчетами. При этом в помещении, где проводится экспертный опрос, на близком расстоянии от экспертов должны быть вывешены основные чертежи, с помощью которых они могут составить суждение о значениях показателей всех тех свойств, которые должны определяться экспертным методом.

В сегодняшней практике работы проектных организаций успешное выполнение работы (т. е. повышение качества проектов) зависит от условий «мочь» и «хотеть».

Основные условия успешной работы проектировщиков представлены на [рис. 7.1](#).

7. КАЧЕСТВО ПРОЕКТА

7.2. Значение абсолютных показателей

Успешность работы проектировщиков	Возможность высококачественно проектировать («мочь»)	Наличие четко сформулированных заданий на проектирование и исходных данных («знать»)	Заказчик может дать задание и исходные данные («мочь»)
			Заказчик стремится дать задание и исходные данные («хотеть»)
		Достаточная квалификация проектировщиков («уметь»)	Возможность обеспечить достаточную квалификацию проектировщиков («мочь»)
			Стремление обеспечить достаточную квалификацию проектировщика («хотеть»)
		Достаточные силы и средства для выполнения работы в срок («успевать»)	Достаточное число проектировщиков
			Достаточное материально-техническое обеспечение работы проектировщиков (помещение, инструменты, приспособления и т. д.)
	Стремление высококачественно проектировать («хотеть»)	Работа проектировщиков оценивается («оценка»)	Возможность оценивать проекты («мочь»)
			Стремление оценивать проекты («хотеть»)
		Работа проектировщиков стимулируется («стимулы»)	Возможность стимулирования работы проектировщиков («мочь»)
			Стремление стимулировать работу проектировщиков («хотеть»)

Рис. 7.1. Условия успешной работы проектировщиков

Для того чтобы обеспечить возможность оценивать проекты, необходимо соблюдать условия, представленные на [рис. 7.2](#).

7. КАЧЕСТВО ПРОЕКТА

7.2. Значение абсолютных показателей

Возможность оценивать проект	Наличие данных о параметрах проектов («знать»)	Параметры проектов, соответствующие лучшему мировому уровню	Органы информации (например, ЦНТИ, а также отделы информации головных институтов) систематизируют данные о параметрах мирового уровня проектов («мочь»)
			Систематизация параметров мирового уровня – составная часть плана работы соответствующих органов информации («хотеть»)
		Параметры оцениваемого проекта	Наличие инструкций по численной оценке отдельных параметров, характеризующих качество проектов («мочь»)
			Численные оценки параметров в обязательном порядке становятся составной частью технической документации («хотеть»)
	Наличие практических методик оценки качества проектов («уметь»)	Возможность иметь методики («мочь»)	Знать общие принципы разработки методик («знать»)
			Уметь разрабатывать методики («уметь»)
			Иметь достаточное число разработчиков методик («успевать»)
		Стремление иметь методики («хотеть»)	Контроль за выполнением заданий по подготовке методик («оценивать»)
	Достаточно малая трудоемкость определения оценок качества проектов («успевать»)	Органы информации могут своевременно выдавать нужную информацию («мочь»)	Знание периодичности выдачи информации и ее потребителей («знать»)
			Отработанная технология выдачи информации («уметь»)
			Применение средств механизации и автоматизации выдачи информации («успевать»)
		Органы информации стремятся своевременно выдавать нужную информацию («хотеть»)	Контроль за соблюдением сроков выдачи информации («оценивать»)
Санкции за несоблюдение сроков выдачи информации («стимулировать»)			

Рис. 7.2. Основные условия, обеспечивающие возможность оценивать проекты

7. КАЧЕСТВО ПРОЕКТА

7.2. Значение абсолютных показателей

Качество проекта целесообразно оценивать с помощью показателя интегрального качества:

$$K\varepsilon = f(D, K, C), \quad (7.1)$$

где D – количество; K – качество; C – затраты на производство и потребление.

Уровень интегрального качества y определяется по формуле

$$y = \frac{K}{K^{\text{эт}}}, \quad (7.2)$$

где K – показатель интегрального качества рассматриваемого проекта; $K^{\text{эт}}$ – эталон, величина показателя интегрального качества на данный момент лучших в мире проектов изделий аналогичного типа; y может быть равен 1.

В связи с непрерывным ростом величины $K^{\text{эт}}$ численное значение y для каждого данного оцениваемого проекта с течением времени неизбежно понижается.

8. КАЧЕСТВО ТЕХНОЛОГИИ

8.1. Структура показателей качества технологической документации

В соответствии с международным словарем в области качества и действующей технологией принятый в государственной Единой системе технологической документации (ЕСТД) термин «качество технологической документации» может быть определен как «совокупность свойств и характеристик комплекта документов технологических процессов (ТП) или отдельных документов, которые придают им способность удовлетворять обусловленные или предполагаемые потребности, необходимые и достаточные для выполнения ТП при изготовлении и ремонте продукции или ее составных частей».

Качество технической документации (ТД) создается при разработке (проектировании) технологических систем или ТП, оценивается с определенной долей достоверности (вероятности) при контроле и проверках, полностью выявляется в результатах применения по назначению, при этом наследует качество конструкторской документации, технологических условий и действующей НД на конкретный объект производства.

Качество ТД обеспечивается на этапах разработки производственных процессов и непосредственно производства продукции совокупностью планируемых и систематически осуществляемых мер (процедур) по всем стадиям жизненного цикла производства: при разработке (проектировании), вводе в действие, функционировании, совершенствовании (улучшении).

Процедуры оценки соответствия качества технологических процессов ТД – необходимый элемент в составе всех перспективных и действующих на предприятиях систем качества.

При определении качества ТД оцениваются:

- исходные данные, применяемые при разработке (проектировании) ТД;
- отдельные документы, входящие в комплект ТД на технические операции или ТП;
- стандартные комплекты документов на ТП;
- различные виды документации, доказывающей соответствие ТД поставленным задачам (обоснование проектно-технологических решений, расчеты, графики, статистические данные и др.), не входящие в стандартные комплекты ТД.

8. КАЧЕСТВО ТЕХНОЛОГИИ

8.1. Структура показателей качества технологической документации

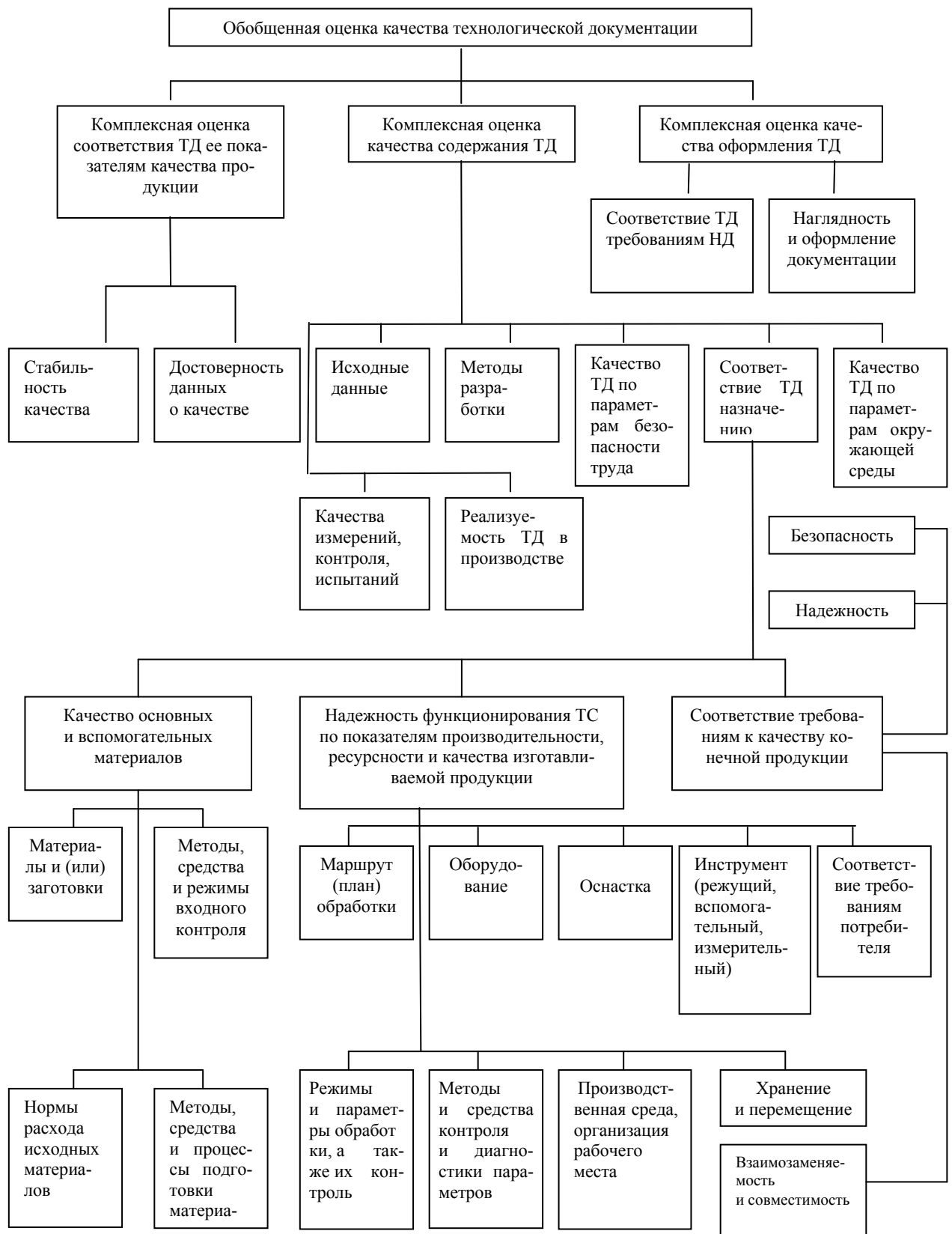


Рис. 8.1. Структура системы оценочных показателей качества технологической документации

8. КАЧЕСТВО ТЕХНОЛОГИИ

8.1. Структура показателей качества технологической документации

Главная цель оценки качества ТД – создание уверенности в том, что применяемая в серийном производстве ТД гарантированно обеспечивает необходимые предпосылки для соответствия продукции установленным требованиям стандартов при минимальных производственных затратах материальных, трудовых, энергетических и финансовых ресурсов. Для этого необходимо:

- сделать выбор оценочных показателей и характеристик качества ТД;
- определить с учетом специфики производства выпускаемой продукции методы выявления в ТД параметров технологических процессов, лимитирующих безопасность и надежность продукции;
- провести ранжирование показателей и характеристик, присвоив им размерность (баллы или другие единицы измерения);
- разработать методы определения обобщенной оценки качества ТД;
- установить и описать порядок разработки процедур планирования, проведения и использования результатов оценки качества ТД.

Возможности (способности) ТД полностью удовлетворять сложные и противоречивые требования к качеству продукции, содержащиеся в КД, ТУ, при минимальных производственных затратах определяются комплексом различных характеристик и показателей качества ТД, полностью охватить и оценить которые невозможно без применения системного подхода и квалиметрических методов оценки.

Структура системы оценочных показателей качества ТД, рекомендуемая для применения на предприятиях, показана на [рис. 8.1](#).

Приведенная система оценочных показателей пригодна для проведения прокатных (прогнозируемых) оценок качества ТД, применяемых в серийном производстве. По числу характеризующих свойств оцениваемой ТД все показатели, приведенные на схеме, относятся к обобщенным, комплексным или групповым.

В соответствии с указанным подходом на верхнем уровне системы обобщенной оценки качества ТД выделены:

- комплексный показатель качества и соответствия содержания ТД требованиям международных и национальных стандартов, КД, ТУ, НД и потребителя ($K_{ТД}^C$);
- комплексный показатель качества оформления ТД и доказательств ее соответствия определенным требованиям ($K_{ТД}^0$);
- комплексный показатель качества ТД по фактическим или ожидаемым значениям показателей качества продукции ($K_{ТД}^П$).

Обобщенную оценку (комплексное заключение) качества ТД наиболее целесообразно осуществлять, используя индексы, баллы и иные количественные методы на уровне предприятия, продукции и детали, что позволит обеспечить необходимую объективность и полноту оценки состояния производства.

8. КАЧЕСТВО ТЕХНОЛОГИИ

8.1. Структура показателей качества технологической документации

Обобщенную оценку (комплексное заключение) соответствия (несоответствия) качества ТД требованиям ПД, ТУ, НД и потребителя на конкретную деталь осуществляют по результатам решений следующей системы неравенств:

$$\begin{cases} K_i = \frac{1}{3}(f \cdot K_{ТД}^n + g \cdot K_{ТД}^C + h \cdot K_{ТД}^0) \geq K_i^{ДОП}; \\ K_{ТД}^n \geq K_{ТД}^{n.ДОП}; K_{ТД}^C \geq K_{ТД}^{C.ДОП}; \\ K_{ТД}^0 \geq K_{ТД}^{0.ДОП}; K_i \geq K_i^{ДОП}. \end{cases} \quad (8.1)$$

где K_i и $K_i^{ДОП}$ – фактическое и предельно допустимое значение показателей обобщенной оценки качества ТД соответственно; f, g, h – коэффициенты весомости при комплексных показателях качества ТД ($f + g + h$), определяемые экспертными методами; $K_{ТД}^n; K_{ТД}^{n.ДОП}$ – фактическое и предельно допустимое значение комплексного показателя качества детали, изготовленной по оцениваемой ТД; $K_{ТД}^C; K_{ТД}^{C.ДОП}$ – фактическое и предельно допустимое значение комплексного показателя качества содержания ТД; $K_{ТД}^0; K_{ТД}^{0.ДОП}$ – фактическое и предельно допустимое значение комплексного показателя качества оформления ТД и доказательств ее соответствия необходимым требованиям.

Состав оценочных показателей и граничные (предельно допустимые в производстве) значения для единичных, групповых, комплексных и обобщенных показателей качества ТД определяются на каждом предприятии с учетом специфики производства.

8.2. Качество технологического процесса

Уровень качества продукции, сформулированный на этапе проектирования, должен обеспечиваться на стадии производства при наличии сырья и материалов соответствующего качества.

Качество продукции в процессе изготовления зависит от таких параметров качества технологии, как точность и стабильность.

Точность технологического процесса – близость к номинальным значениям контролируемых показателей качества.

Стабильность технологического процесса – способность сохранять значение показателей качества в заданных процессах с течением времени.

В ходе технологического процесса на показатели качества влияет

большое число случайных факторов, например:

- неравномерность припуска;
- неравномерная твердость заготовки;
- неравномерная твердость инструмента;
- переменная жесткость;
- условия охлаждения.

Управляют ходом технологического процесса, используя выборочный контроль и контрольные карты.

8.3. Общие характеристики технологического процесса

Размер обрабатываемой детали в силу названных выше причин будет изменяться от минимального значения d_{\min} до максимального d_{\max} . Разница между d_{\max} и d_{\min} будет составлять рассеивание или технологический допуск ω . Допуск, указанный на чертежах деталей, – конструкторский допуск T . По соотношению ω и T судят о точности технологического процесса.

Обычно используют понятие запаса точности, который характеризуют коэффициентом запаса:

$$K_p = \frac{\omega}{T}. \quad (8.2)$$

Если $K_p > 1$ – процесс вообще не имеет запаса, при $K_p < 1$, технологический процесс считают точным, но предпочтительно, чтобы $K_p = 0,75$. В этом случае имеется 25 % запаса точности.

Точность настройки характеризуется специальным коэффициентом, показывающим смещение в долях конструкторского допуска:

$$K_{T.H} = \frac{(\bar{Q} - Q_H)}{T}, \quad (8.3)$$

где \bar{Q} – центр технологического допуска; Q_H – середина конструкторского допуска.

Во избежание брака при изготовлении продукции необходимо обеспечивать

$$K_p < 0,75 \text{ и } K_{T.H} < \frac{1}{2(1 - K_p)}. \quad (8.4)$$

Процесс может быть разлажен, но точен, т. е. станок точен, но неверно настроен.

8. КАЧЕСТВО ТЕХНОЛОГИИ

8.3. Общие характеристики технологического процесса

Оценку стабильности технологического процесса по уровню наладки за время t принято характеризовать коэффициентом смещения настройки и коэффициентом межнастроечной стабильности. Коэффициент межнастроечной стабильности определяется по формуле

$$K_{\text{М.С}} = \frac{\omega_{\text{к}}}{\omega_0}, \quad (8.5)$$

где ω_0 и $\omega_{\text{к}}$ – рассеивание в начальный и конечный момент времени.

Коэффициент смещения настройки находят по формуле

$$K_{\text{М.С}} < \frac{(\bar{Q}_{\text{к}} - Q_0)}{T}. \quad (8.6)$$

Итак, на основе вышеизложенного необходимо учитывать следующее:

1. При оценке технологического процесса необходимо оценивать его точность и стабильность.

2. Точность технологического процесса характеризуется запасом точности, определенным по коэффициенту K_P и коэффициенту точности настройки $K_{\text{Т.Н}}$.

3. Стабильность технологического процесса характеризуется коэффициентом межнастроечной стабильности $K_{\text{М.С}}$ и коэффициентом смещения настройки $K_{\text{С.М}}$.

4. Процессы, имеющие закономерно изменяющиеся погрешности, необходимо настраивать с учетом тенденции изменения этой погрешности ближе к минимальной погрешности Q_{min} .

5. Погрешности без закономерно изменяющейся погрешности необходимо настраивать по среднему значению конструкторского допуска.

9. КАЧЕСТВО ИЗМЕРЕНИЙ

9.1. Показатели качества измерений

Качество метрологического обеспечения – это совокупность методов и средств метрологического обеспечения, которые придают результатам измерений способность удовлетворять потребностям контроля, проведения испытаний и обследований.

По характеру воздействия на качество метрологического обеспечения могут быть выделены три направления деятельности: обеспечение качества измерений, управление качеством и улучшение качества метрологического обеспечения.

Между качеством измерений и качеством продукции существует непосредственная связь: если качество измерений не отвечает требованиям технологического процесса, нельзя ожидать и высокого качества продукции.

Проблема обеспечения высокого качества продукции – это в значительной степени проблема измерений параметров качества материалов и комплектующих изделий, поддержания заданных технологических режимов, т. е. измерения параметров технологических процессов, результаты измерений которых используются для регулирования процессом.

Качество измерений характеризуется точностью, достоверностью, правильностью, сходимостью и воспроизводимостью измерений, а также размером допускаемых погрешностей.

Точность – это (свойство) показатель качества измерений, отражающий близость их результатов к истинному значению измеряемой величины. Высокая точность измерений соответствует малым погрешностям как систематическим, так и случайным.

Точность количественно оценивают обратной величиной модуля относительной погрешности. Например, если погрешность измерений равна 10^{-6} , то точность будет равна 10^6 .

Достоверность измерений характеризует степень доверия к результатам измерений. Достоверность оценки погрешностей определяют на основе законов теории вероятности и математической статистики. Это дает возможность для каждого конкретного случая выбирать средства и методы измерений, обеспечивающие получение результата, погрешности которого не превышают заданных границ с необходимой достоверностью.

Правильность – показатель качества измерений, отражающий близость к нулю систематических погрешностей в результатах измерений.

Сходимость – близость друг к другу результатов измерений, выполняемых в одинаковых условиях (отражает влияние случайных погрешностей).

Воспроизводимость – отражает близость друг к другу результатов измерений, выполняемых в различных условиях (в различное время, в различных местах, разными методами и средствами).

Погрешность измерения – отклонение результата измерения от истинного (действительного) значения измеряемой величины.

Погрешность измерений представляет собой сумму целого ряда составляющих, каждая из которых имеет свою причину.

Можно выделить следующие группы причин возникновения погрешностей, связанных:

- с установкой настройки средств измерения или со смещением уровня настройки средств измерения во время эксплуатации;
- установкой объекта измерения на измерительную позицию;
- процессом получения, преобразования и выдачи информации в измерительной цепи средств измерения.

Или обусловленных:

- внешними воздействиями на средство и объект измерений (изменением температуры, давления, влиянием электрического и магнитного полей, вибраций и т. п.);
- свойствами измеряемого объекта;
- квалификацией и состоянием оператора и т. п.

Анализируя причины возникновения погрешностей, необходимо в первую очередь выявить те из них, которые оказывают существенное влияние на результат измерения.

Точность результатов измерений количественно, в соответствии с ГОСТ 8.011–72, может быть охарактеризована либо путем оценки погрешности, либо путем оценки ее составляющих – систематической и случайной.

В качестве характеристики погрешности любого из результатов измерений применяется предел, соответствующий принятой доверительной вероятности. Возможное значение погрешности, количественно характеризуя точность измерения, принимается в качестве показателя точности.

За характеристику случайной составляющей погрешности принимается возможное значение среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности – показатель воспроизводимости.

В качестве характеристики систематической составляющей погрешности принимается предел, соответствующий принятой доверительной вероятности, возможного значения погрешности измерения – показатель правильности.

Показатель точности может быть оценен либо непосредственно, либо рассчитан на основе значения показателя правильности и показателя воспроизводимости в соответствии с ГОСТ 8.207–76.

9.2. Обработка результатов наблюдений, содержащих случайные погрешности

Стремясь приблизиться к истинному значению измеряемой величины, вычисляют среднее арифметическое значение результатов ряда наблюдений по следующей формуле:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}. \quad (9.1)$$

При этом считается, что результаты наблюдений свободны от систематических погрешностей.

Ряд результатов можно записать в виде

$$\begin{aligned} x_1 &= a + \delta_1, \\ x_2 &= a + \delta_2, \\ x_3 &= a + \delta_3, \\ x_n &= a + \delta_n \end{aligned}$$

или представит формулой

$$\sum_{i=1}^n x_i = na + \sum_{i=1}^n \delta_i, \quad (9.2)$$

где a – истинное значение измеряемой величины или математическое ожидание $M(X)$ случайной величины; δ_i – погрешность i -го измерения.

Теория вероятностей устанавливает, что алгебраическая сумма всех случайных погрешностей стремится к нулю:

$$\sum_{i=1}^n \delta_i \approx 0. \quad (9.3)$$

Чем больше число проведенных измерений n , тем справедливее это равенство.

Следовательно, $\sum_{i=1}^n x_i \approx na$ или $a = \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$.

Как показывает опыт, при проведении нового ряда наблюдений неизменной величины при одних и тех же условиях новое среднее значение ока-

9. КАЧЕСТВО ИЗМЕРЕНИЙ

9.2. Обработка результатов наблюдений, содержащих случайные погрешности

зывается весьма близким к первому.

a – нам не известно, если взять вместо a среднее значение \bar{X} , то

$$\Delta_i = X_i - \bar{X}, \quad (9.4)$$

где Δ_i – отклонение i -го результата наблюдения от среднего арифметического.

9.3. Обработка экспериментальных данных, полученных инструментальным методом

Методика измерения и обработка результатов подробно исследовались при изучении дисциплины «Метрология».

Качество результата измерения в этом случае зависит от объема экспериментальных данных, а именно повышается при увеличении объема экспериментальных данных. В свою очередь, качество результатов многократных измерений зависит от качества результатов однократных измерений, их правильности и точности.

Точность – показатель качества измерений, отражающий близость их результатов к истинному значению. Высокая точность измерения соответствует малым погрешностям, как систематическим, так и случайным.

Правильность – показатель качества измерений, отражающий близость к нулю систематических погрешностей в результатах измерений.

При многократных равнозначных измерениях мы одинаково доверяем результату любого единичного измерения. Здесь применяются для обработки результатов наблюдения теория вероятности и формулы математической статистики.

На практике так бывает не всегда. Иногда при многократных измерениях измерения в отдельной серии менее однородны, т. е. в большей степени отличаются один от другого (имеют большой разброс). Эти результаты заслуживают меньшего доверия, их можно учесть, уменьшив в той или иной степени их роль (их вес) в совокупности результатов всех измерений.

В этом случае значение измеряемой величины, наиболее близкое к истинному ее значению, определяется по формуле

$$\bar{X}_0 = \frac{\bar{X}_1 P_1 + \bar{X}_2 P_2 + \bar{X}_3 P_3 + \dots + \bar{X}_m P_m}{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_m}, \quad (9.5)$$

где $\bar{X}_1, \bar{X}_2, \bar{X}_3, \bar{X}_m$ – средние значения для отдельных групп измерений, полученные тем или иным способом; P_1, P_2, P_3, P_m – их вес.

9.4. Оценка результатов неравноточных измерений

Равноточные измерения – такие измерения, в которых мы одинаково доверяем результату любого единичного измерения (здесь применяется для обработки результатов теория вероятности и формулы математической статистики).

На практике не всегда можно обеспечить полную воспроизводимость условий повторных измерений. Случается так, что при проведении нескольких серий измерений некоторые из них оказываются менее надежными.

Например, при рассмотрении результатов одной серии наблюдений и сопоставлении их с результатами другой серии обнаруживается, что результаты последней менее однородны, т. е. в большей степени отличаются один от другого (имеют большой разброс). Результаты этих наблюдений при обработке не следует отбрасывать (кроме случаев, определяемых как промах). Эти результаты заслуживают меньшего доверия. Их можно учесть, уменьшив в той или иной степени их роль (их вес) в совокупности результатов всех измерений.

Кроме этого, существуют еще случаи, когда необходимо снизить «вес» результатов единичных измерений в общей их совокупности. Например, данную величину измеряют на нескольких приборах, которые могут давать неравноценные по точности результаты, или измерения проводятся несколькими наблюдателями различной квалификации и опыта. При этом преследуется цель получить возможно большее число результатов единичных измерений и одновременно исключить или сгладить индивидуальные случайные погрешности наблюдателя или погрешности средств измерения (при этом обязательно соблюдение единства условий измерений в отношении всех влияющих и учитываемых факторов и максимальной тщательности проведения измерений).

Чем больше степень доверия к результату, тем больше его вес, тем больше число, выражающее этот вес.

В этом случае значение измеряемой величины, наиболее близкое к истинному ее значению, определяется по формуле (9.4). \bar{X}_0 – называют средним взвешенным.

Если нет возможности определить вероятность, то числовые значения веса устанавливают исходя из условий измерения.

Весы соответствующих групп измерений считают обратно пропорциональными квадратам S_0^2 , т. е. дисперсиями:

$$P_1 : P_2 : P_3 : \dots : P_m = \frac{1}{S_{01}^2} : \frac{1}{S_{02}^2} : \frac{1}{S_{03}^2} : \dots : \frac{1}{S_{0m}^2}. \quad (9.6)$$

Другим критерием для определения весов результатов измерений являются числа наблюдения n в каждой группе (при $S_0 = \text{const}$): $P_1 : P_2 : P_3 : \dots : P_m \leq n_1 : n_2 : n_3 : \dots : n_m$.

10. КАЧЕСТВО РАБОТЫ

Под качеством работы следует понимать ту степень соответствия чертежам, нормам, стандартам и техническим условиям, которые достигаются в ходе производственного процесса по созданию того или иного продукта труда.

Качество работы (бездефектность труда) – это совокупность характеристик, показывающая степень соответствия производственного процесса тем техническим заданиям, чертежам, нормам, ТУ, стандартам, по которым произведен данный продукт.

Основные принципы нормирования труда в научных организациях:

- нормированию подлежат все работы, связанные с выполнением НИР и ОКР, за исключением работ исследовательского характера;
- особенности и специфика проведения ОКР и НИР обуславливают ограниченность применения разработанных нормативов в пределах одной или нескольких родственных организаций;
- процесс нормирования должен строиться на основе функциональных обязанностей, определяемых должностными инструкциями специалистов;
- нормирование базируется на определенной системе классификации и применения на этой основе группового метода разработки нормативов трудоемкости;
- основой разработки нормативов служит статистическая база, содержащая первичную информацию, состав и объем которой обеспечивает возможность создания дифференцированных норм трудоемкости.

При разработке нормативов затрат труда важно правильно выбрать классификацию работ, которая бы максимально обеспечила объективность планирования деятельности научных сотрудников и специалистов.

Классификация работ следующая:

- планируемые работы (с указанием сроков исполнения);
- текущие работы (отводится определенный процент планируемого времени);
- оперативные работы (не предусмотренные планом и выполняемые по указанию руководителей с указанием сроков исполнения).

Результат труда оценивается двумя составляющими: количественной (объем и классификационный уровень выполняемых работ) и качественной (степень выполнения производственных заданий).

Во второй группе учитываются следующие два типа показателей:

- 1-й – показатели качества работ, выполняемых за отчетный период, учитывающие недостатки и замечания, а также претензии смежных подразделений и заказчика. Они отражают степень соответствия представленных результатов требованиям, регламентирующим качество технологической до-

кументации, соответствия их стандартам и другим требованиям, комплектность КД, полноту представления в отчетах информации и др.

- 2-й – показатели творческого уровня работ, учитывающие положительные результаты работ, связанные с проявлением инициативы работника, достижением им высоких результатов при выполнении индивидуальных производственных заданий, повлиявших на научно-технический уровень разработки, экономию материальных затрат, снижение трудоемкости работ в производственном процессе изготовления опытного образца в серийном производстве.

Показателем результатов индивидуального труда служит коэффициент трудового и творческого участия работника (КТТУ) в выполнении квартального плана работ подразделения, который складывается из следующих составляющих:

$$КТТУ = k_{ок} - \sum_{i=1}^n k_{кач. i} + \sum_{i=1}^n k_{тв. i}, \quad (10.1)$$

где $k_{ок}$ – коэффициент, учитывающий объем и квалификационный уровень работ; $k_{кач. i}$ – коэффициент снижения, учитывающий недостатки и замечания по работе; $k_{тв. i}$ – коэффициент повышения, учитывающий творческий уровень и инициативность работника при выполнении работ.

$$k_{ок} = \sum_{i=1}^n V_{раб. i} + \frac{T_{раб. i}}{\Phi_{раб.}}, \quad (10.2)$$

где i – число работ в произведенном задании, выполненных работником; T – трудоемкость i выполненной работы, рассчитанной по нормативу затрат труда на ее выполнение; V – коэффициент квалификационного уровня выполненных работ; Φ – плановый фонд рабочего времени в отчетный период.

На основе численных значений указанных коэффициентов, определенных по результатам оценки индивидуального труда работника, рассчитывают их среднее значение за отчетный период на момент аттестации работника.

Основанием для увеличения должностного оклада сотрудника по результатам оценки его трудовой активности являются следующие условия:

$$\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m k_{ок. i} - k_{кач. i} > V_{сотр.}, \quad (10.3)$$

где $k_{ок. i}$ – коэффициент объема и квалификационного уровня; $k_{кач. i}$ – коэффициент качества выполненных работ; $V_{сотр.}$ – квалификационный коэффициент сотрудника; m – число кварталов в отчетном периоде.

Основанием для повышения сотрудника в должности по результатам

оценки его творческой активности служит выполнение следующего условия:

$$\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m k_{\text{ТВ.с}} + B_{\text{раб. ср. } j} > B_{\text{сотр. } s} \quad (10.4)$$

где $k_{\text{ТВ.с}}$ – коэффициент творческого уровня и инициативности сотрудника при выполнении работ в j -м квартале; $B_{\text{раб. ср. } j}$ – средний за j -й квартал коэффициент квалификационного уровня выполняемых сотрудником работ:

$$B_{\text{раб. ср. } j} = \frac{\sum_{i=1}^n B_{\text{раб. ср. } ij} T_{\text{раб. ср. } ij}}{\sum_{i=1}^n T_{\text{раб. ср. } j}} \quad (10.5)$$

Для определения размеров квартальной премии сотрудников можно предложить следующую схему ее распределения с помощью коэффициента творческого и трудового участия.

Общую схему квартальной премии, выделенной структурному подразделению хозрасчетной единицы научной организации (отделу, лаборатории на правах отдела) определяют следующим образом:

$$D_{\text{подр}} = \frac{D_{\text{х.е}} \Pi_{\text{нту.ч}}}{\sum_{\text{ч}=1}^S \Pi_{\text{нту.ч}}} \quad (10.6)$$

где $D_{\text{х.е}}$ – фонд квартального премирования хозрасчетной единицы научной организации; $\Pi_{\text{нту.ч}}$ – показатель научно-технического уровня работ 4-го подразделения, выполняемых в отчетном квартале; S – число подразделений в хозрасчетной единице.

Размер квартальной премии сотрудника рассчитывают по формуле

$$D_{\text{сотр.}} = \frac{D_{\text{подр.}} \text{КТТУ}_i}{\sum_{i=1}^t \text{КТТУ}_i} \quad (10.7)$$

где t – число сотрудников.

11. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

11.1. Формирование качества

Ведущую роль в установлении в достаточной степени определенных и документированных требований к качеству продукции должен играть отдел маркетинга. На этом этапе жизненного цикла продукции важно рассмотреть требования ко всем элементам предлагаемой продукции в целом:

- определить потребность в продукции;
- определить рыночный спрос и сектор рынка;
- определить требования потребителя путем анализа контракта или нужд рынка;
- распространить информацию обо всех требованиях потребителя в рамках организации;
- добиться согласия всех соответствующих организационных подразделений в отношении наличия у них возможностей для удовлетворения требований потребителя.

Конкретные требования потребителей и общие требования рынка должны быть преобразованы в предварительный перечень технических требований как основы для последующих работ по проектированию.

Отдел проектирования и разработки технических требований должен обеспечить перевод запросов потребителя на язык технических требований к материалам, продукции и процессам.

Проект и технические требования должны обеспечить пригодность продукции для производства, возможность ее проверки и контроля в предлагаемых условиях производства, монтажа, ввода в эксплуатацию и эксплуатации.

По завершении каждого этапа разработки проекта необходимо планировать и проводить официальный, документированный, систематизированный и критический анализ результатов проектирования. Анализ проекта должен предусматривать участие всех подразделений, оказывающих воздействие на качество, согласно анализируемой стадии.

В ходе анализа проекта выявляются и прогнозируются проблемные участки и несоответствия и иницируются корректирующие воздействия, обеспечивающие соответствие окончательного проекта и информационного обеспечения требованиям потребителя.

При анализе проекта учитываются следующие элементы:

1) элементы, относящиеся к требованиям потребителя и их удовлетворению:

- сравнение требований потребителя (в виде технического описания продукции) с техническими требованиями к материалам, продукции, процессам;

11. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

11.1. Формирование качества

- оценка качества проекта на основе испытаний опытного образца;
- работоспособность в предлагаемых условиях эксплуатации окружающей среды;
- случаи непреднамеренного и неправильного использования;
- безопасность и экологичность;
- соответствие нормативным требованиям, национальным стандартам и практике организации;
- сличение с проектами конкурентов;
- сравнение с аналогичными проектами, в частности анализ внутренних и внешних проблем, имевших место в прошлом, во избежание их повторного возникновения;

2) элементы, относящиеся к техническому описанию продукции:

- требования к безотказности и работоспособности;
- допустимые отклонения и их сравнение с возможностями технологического процесса;
- критерии приемки продукции;
- пригодность к монтажу, простота сборки, потребность в хранении, срок годности при хранении и возможности утилизации;
- незначительные отказы и показатели безотказности;
- требования к внешнему виду и критерии приемки;
- анализ характера и последствий отказов и анализ диагностического дерева отказов;
- способность обнаруживать неисправности и устранять их;
- требования к этикетированию, предостерегающим надписям, идентификационным обозначениям, прослеживаемости и инструкциям по эксплуатации;
- проверка и использование типовых деталей;

3) элементы, относящиеся к технологическим требованиям:

- способность выпуска продукции согласно проекту, включая требования к специальным процессам, механизацию, автоматизацию, сборку и установку комплектующих изделий;
- возможность проведения технического контроля и испытаний с целью утверждения проекта, включая специальные требования к контролю и испытаниям;
- технические требования к материалам, комплектующим изделиям и сборочным узлам, включая утверждение постановок и субподрядчиков, а также эксплуатационную готовность;
- требования к упаковке, погрузо-разгрузочным операциям, хранению, сроку годности при хранении.

Производится также анализ окончательного проекта. Полный комплект документов, составляющих основу проекта, должен быть утвержден на соот-



ветствующих уровнях руководства, которые зависят от выпускаемой продукции или способствуют ее производству. Такое утверждение служит основанием для постановки продукции на производство и означает осуществимость проекта.

Качество закупок. Предметы закупок являются частью продукции организации и оказывают непосредственное влияние на качество выпускаемой продукции. Вся деятельность по закупкам должна планироваться и регулироваться с помощью документированных процедур.

Система качества закупок должна включать как минимум следующие элементы:

- 1) выдачу необходимых контрактных условий, чертежей, документов на поставку и другой технической информации;
- 2) выбор подходящих субподрядчиков;
- 3) согласованный подход к обеспечению качества;
- 4) согласованные методы проверки;
- 5) положения, касающиеся решения спорных вопросов;
- 6) процедуры входного контроля;
- 7) средства проведения входного контроля;
- 8) регистрацию данных о качестве поступающей продукции.

Качество процессов. Планирование процессов призвано обеспечить их протекание в управляемых условиях определенным образом и в установленной последовательности.

Управляемые условия подразумевают соответствующие методы контроля материалов, одобренное производственное, монтажное и сервисное оборудование, документированные процедуры или программы качества, программное обеспечение, основополагающие стандарты и своды правил, необходимое утверждение процессов и персонала, а также соответствующие предметы снабжения, вспомогательные службы и внешние условия.

Процессы должны проверяться на способность производить продукцию в соответствии с техническими требованиями.

Управление процессами. Качество продукции должно рассматриваться на всех стадиях жизненного цикла:

- 1) управление материалами (прослеживаемость, идентификация);
- 2) управление оборудованием и его техническое обслуживание;
- 3) организация деятельности по управлению процессами, чтобы обеспечить:
 - точность и возможность изменения параметров используемого оборудования;
 - квалификацию, возможности и знания операторов;
 - точность результатов измерений и данных, необходимых для управления процессом;
 - условия осуществления процесса и наличие других факторов,

влияющих на качество (t – время, T – температура, P – давление);

- наличие соответствующей документации, содержащей требования к параметрам процесса, оборудованию и персоналу;

- 4) управление документацией (согласно требованиям системы качества);

- 5) управление изменениями процессов;

- 6) управление статусом проверки;

- 7) управление несоответствующей продукцией.

Таким образом, качество продукции закладывается в конструкторской и технологической документации, поэтому и та и другая должны соответствующим образом оцениваться.

Обеспечение качества – это процесс или результат формирования требуемых характеристик продукции при ее создании, а также поддержание этих характеристик при хранении, транспортировании, эксплуатации, ремонте продукции. Необходимо предусмотреть также качество продукции на завершающем этапе жизненного цикла – утилизации.

11.2. Эффективность и качество

Эффективность – одно из наиболее важных и общих экономических понятий. При оценке эффективности мероприятий научно-технического прогресса эффективность принимается как характеристика способности системы производить экономический эффект (\mathcal{E}), равный разности между результатом экономической деятельности (P) и затратами (Z), произведенными для его получения (Z_{Π}) и использования или эксплуатации ($Z_{\mathcal{E}}$):

$$\mathcal{E} = P - Z = P - (Z_{\Pi} + Z_{\mathcal{E}}). \quad (11.1)$$

При улучшении качества продукции изготовителем, как правило, увеличиваются его затраты (затраты на качество). Увеличение затрат ведет к увеличению продажной цены продукции. Чтобы продукция приобреталась потребителем по более высокой цене, нужно, чтобы ее совершенствование приводило к увеличению экономического эффекта потребителя.

За счет увеличения продажной цены изготовитель стремится не только компенсировать увеличение затрат на совершенствование продукции, но и повысить свой экономический эффект, используя его для развития (расширения) производства. При этом он заботится о повышении экономического эффекта потребителя прежде всего за счет сокращения затрат на эксплуатацию, исключив или снизив дефекты при использовании продукции.

Так, если изготовитель желает увеличить прибыль за счет совершенствования качества выпускаемой продукции, то он должен количественно и качественно учесть интерес потребителя – иметь продукцию с меньшей ценой потребления. В этом случае продукция изготовителя будет реализована и он

увеличит прибыль. Нетрудно видеть, что при таком подходе выгоду получают оба – изготовитель и потребитель, растет общий экономический эффект, происходит научно-технический прогресс за счет совершенствования качества продукции и развития производства.

11.3. Принципы обеспечения качества

11.3.1. Философский, технико-экономический и юридический подходы к обеспечению качества

В последнее время все чаще и чаще встречаются такие понятия, как качество, надежность, конкурентоспособность и безопасность продукции; при этом речь идет о сертификации продукции и соблюдении закона о защите прав потребителей.

Все свидетельствует об изменении нашего отношения к качеству товаров и услуг, причем не только как потребителей, но и как производителей. Основой конкурентоспособности является качество. И хотя кроме качества в конкурентоспособность входит цена, сроки поставки, гарантии, сервисное обслуживание и ряд других слагаемых, именно качеству отдают предпочтение покупатели и заказчики при выборе продукции.

Для обеспечения качества нужна не только соответствующая материальная база и заинтересованный, квалифицированный персонал, но и четкое управление качеством. Отсюда такой повышенный интерес к управлению качеством со стороны предприятий, осознавших истину: нельзя рассчитывать на стабильное обеспечение качества продукции без внедрения в работу системы качества, отвечающей современному уровню организации работ в этой области.

Что же такое обеспечение качества? Условимся понимать под обеспечением качества формирование требуемых свойств и характеристик продукции при ее создании, а управление качеством будем понимать как воздействие на процесс создания продукции с целью обеспечения качества.

Сейчас мы становимся свидетелями того, как управление качеством все настойчивее пробивает себе дорогу, становится одним из важнейших аспектов в управлении предприятием, наряду с управлением снабжением, финансами, производством.

Каждому предприятию для успешной и устойчивой работы необходимо обеспечить выпуск запланированного объема продукции, соблюсти установленные сроки, добиться низкой себестоимости изделий и при этом обеспечить требуемый уровень качества.

Трудность одновременного достижения этих целей заключается в том, что в обыденной практике они, как правило, противоречат друг другу. Хотя, как указывал американский ученый Деминг, улучшение качества может вы-

звать «цепную реакцию»: уменьшение потерь на брак и рекламации, снижение затрат, рост производительности труда, повышение доли на рынке и, как следствие, упрочнение собственной позиции, обеспечение рабочих мест и возврат инвестированных средств. Подобная реакция с еще более существенными результатами возникает в случае удачно найденного принципиально нового решения по повышению качества, внедрение которого не требует больших затрат.

Так как качество продукции – это не просто частная проблема для отдельных производителей, она неизбежно вырастает в общенациональную проблему качества жизни населения. Пример тому послевоенное экономическое развитие Японии, которая стала признанным лидером в области качества.

Но быть конкурентоспособным – это вовсе не означает выпускать продукцию только самого высокого качества. Уровень качества может быть разным, рассчитанным на определенные слои населения.

Кроме обеспечения конкурентоспособности, выпуск добротной продукции диктуется необходимостью обеспечения безопасности и экологической чистоты, что контролируется государственными органами на основе специальных законов. Государство вправе заставить предприятие обеспечить требуемое качество продукции, чтобы исключить катастрофы, снизить вероятность аварий, предотвратить возможность отравления людей пищевыми продуктами.

Чтобы эффективно управлять качеством, необходимо ясно представлять для себя, какова «технология» такого воздействия и от каких основных факторов зависит качество продукции, чтобы знать, что и как надо делать при управлении качеством.

11.3.2. Принципы обеспечения качества продукции

Практикам хорошо известно, что всегда, когда на предприятиях обсуждаются проблемы качества, приводится множество самых разнообразных факторов, препятствующих решению этих проблем: тут и качество проектирования, уровень технологии, качество покупных изделий и материалов, зарплата и квалификация работников, условия труда и т. д. И если попытаться выявить и перечислить все факторы, влияющие на качество, то окажется, что практически вся производственная деятельность предприятия и все то, что ее обеспечивает прямо или косвенно, в большей или меньшей степени влияет на формирование качества. Поэтому, чтобы ясно представлять себе общие принципы обеспечения качества, необходимо выделить основные факторы, влияющие на качество, а точнее – основные группы таких факторов.

Практика уже достаточно убедительно вскрыла сущностные предпосылки обеспечения качества продукции и показала, что основными факторами качества служат технические, административные и человеческие факторы.

Другими словами можно сказать, что для обеспечения качества требуется:

- 1) необходимая материальная база (покупные изделия и материалы, технологическое и испытательное оборудование, средства измерений, здания, сооружения, транспорт и т. д.);
- 2) квалифицированный персонал, заинтересованный в хорошей работе;
- 3) глубоко продуманная организационная структура и четкое управление предприятием в целом и управление качеством в частности.

Два из этих факторов – активный квалифицированный персонал и материальная база – определяют необходимую основу для выпуска высококачественной продукции. Поэтому эти факторы можно, по-видимому, считать фундаментом, базой качества.

Третий необходимый фактор качества – организация и управление предприятием – дополняет этот фундамент, позволяет реализовать возможности, которые создаются материальной базой и человеческим фактором.

Таким образом, указанные три фактора: необходимая материальная база, активный и квалифицированный персонал и четкая организация работ, в совокупности составляют не только необходимые, но и достаточные условия для обеспечения качества продукции (рис. 11.1).

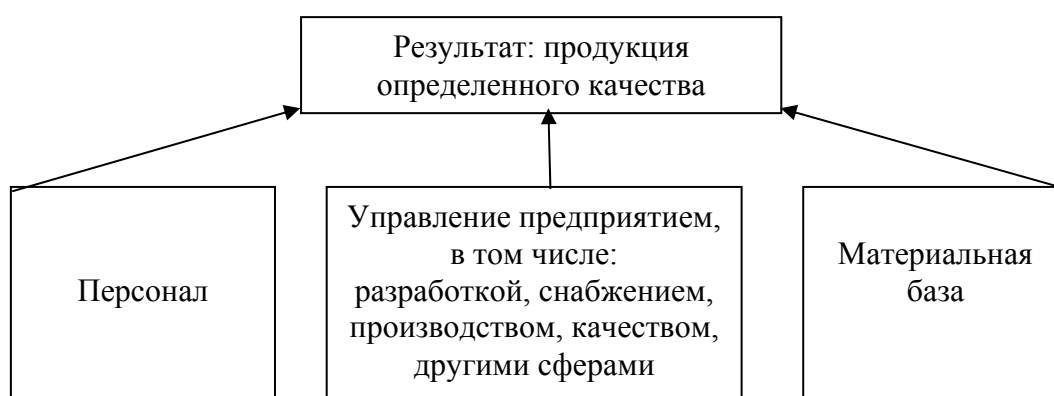


Рис. 11.1. Схема обеспечения качества продукции

Как показывает практика, первоочередным фактором, с которого надо начинать решение проблемы качества, является человеческий фактор, а в нем – заинтересованность работников в повышении качества продукции.

Только заинтересованность работников предприятия способна разорвать замкнутый порочный круг, который может сложиться в экономике и породить выпуск некачественной продукции.

Таким образом, для обеспечения качества продукции требуются три основных фактора: необходимая материальная база, активный и квалифицированный персонал и четкая организация работ, в том числе управление качеством продукции. При этом в первую очередь необходимо развитие инте-

реса работников к качественному труду.

В этом и заключается общий принцип – концепция обеспечения качества продукции.

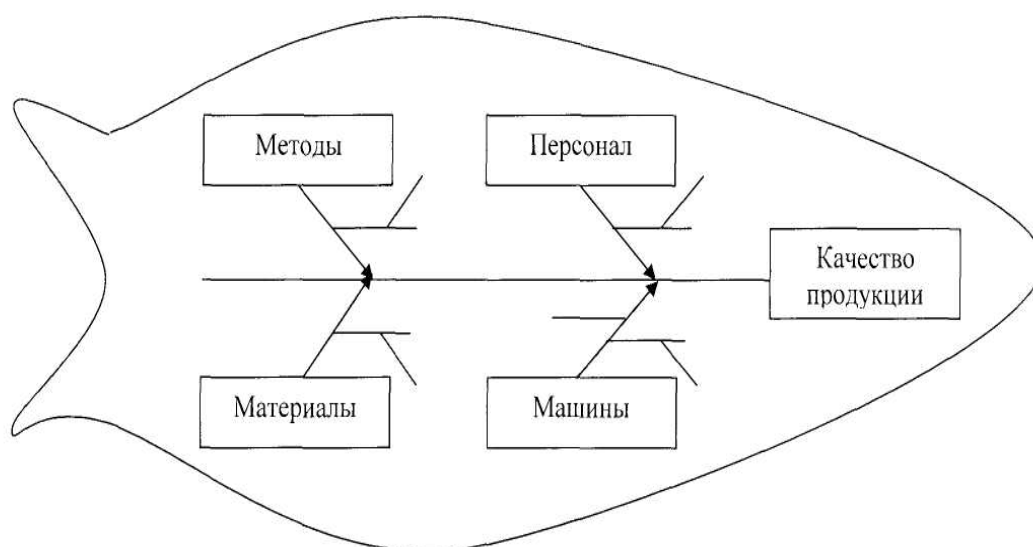


Рис. 11.2. Причинно-следственная диаграмма

Схема на [рис. 11.1](#) предназначена для демонстрации общего принципа (концепции) обеспечения качества, на ней приведены обобщенные факторы качества.

Причинно-следственная диаграмма К. Исикавы применяется как инструмент для анализа причин возникновения дефектов на рабочих местах и на ней представлено четыре основных (первичных) фактора, влияющих на качество продукции: человек, машина, материал, метод ([рис. 11.2](#)).

В отличие от этой диаграммы, схема на [рис. 11.1](#) предназначена для демонстрации общего принципа (концепции) обеспечения качества, в связи с тем на ней приведены обобщенные факторы качества. Поэтому такие факторы как «машина» и «материалы» из диаграммы Исикавы объединены здесь в «материальную базу», включающую в себя также здания, сооружения, средства измерений и другие материальные факторы. Необходимость учета этого фактора объясняется тем, что на уровне предприятия управление (наряду с материальной базой и персоналом) также служит основным первичным фактором, определяющим деятельность предприятия. Именно в связи с возможными недостатками организационного характера возникает необходимость создать систему в работе по качеству (систему качества).

Отсутствие на [рис. 11.1](#) фактора «метод» из диаграммы Исикавы объясняется тем, что на уровне предприятия его вряд ли можно считать первичным, основным фактором. Здесь логичнее, наверное, рассматривать «метод»

как вторичный фактор по отношению к таким основным факторам, как персонал и организация работ. Такой подход представляется более обоснованным потому, что одна часть методов – это профессиональные методы работ, используемые персоналом при создании продукции, а другую часть составляют методы организации и управления работой предприятия. В итоге мы, наверное, можем ограничиться тремя основными факторами: материальной базой, персоналом и организацией работ, на формирование которых и должно быть направлено управление качеством.

11.4. Принцип управления качеством

Если понимать управление качеством как воздействие на производственный процесс с целью обеспечения требуемого качества продукции, то такое понимание управления будет включать в себя три элемента: субъект управления (кто воздействует), объект управления (на что направлено воздействие) и сам механизм воздействия.

Определив объект управления (производственный процесс), остановимся на механизме «технологии» управления качеством.

Как всякий процесс управления, управление качеством осуществляется путем реализации управленческих функций. В различных источниках приводится, как правило, следующий состав функций: планирование, мотивация, организация, контроль, информация, разработка мероприятий, принятие решений и внедрение мероприятий.

При управлении качеством эти общеуправленческие функции наполняются своим содержанием и состав функций управления качеством можно представить следующим образом:

- политика в области качества;
- планирование качества;
- обучение и мотивация персонала;
- организация работ по качеству;
- контроль качества;
- информация о качестве продукции, потребностях рынка и научно-техническом прогрессе;
- разработка необходимых мероприятий;
- принятие решений руководством предприятия;
- реализация мероприятий;
- взаимодействие с внешней средой (решение вопросов качества с поставщиками, потребителями, государственными органами).

Все эти функции тесно связаны между собой, и их последовательная реализация представляет собой процесс управления качеством продукции.

11. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

11.4. Принцип управления качеством

Этот процесс должен охватывать все этапы жизненного цикла продукции. Причем, если по результатам контроля качества и анализа полученной информации будут подготовлены, утверждены руководством и внедрены все необходимые мероприятия, следующий цикл управления повторится уже на более высоком уровне, с повышением качества продукции.

При рассмотрении принципа управления качеством следует иметь в виду, что в международном стандарте по терминологии (ИСО 9000) выделены два аспекта управления качеством: общее руководство качеством и управление качеством как оперативная деятельность.

Для наглядности распределение функций по аспектам управления представим следующим образом (рис. 11.3).



Рис. 11.3. Аспекты и функции управления качеством

Здесь функция «принятие решений» входит в оба аспекта управления, в зависимости от того, какие решения имеются в виду: стратегические или оперативные.

В этом процессе функции общего руководства как бы настраивают производственный процесс на нужный режим, который в дальнейшем поддерживается за счет оперативного управления качеством.

Дополнительно к изложенному принципу управления качеством следует сказать о широко известном цикле РДСА, предложенном доктором Демингом

для демонстрации деятельности по повышению качества продукции ([рис. 11.4](#)).

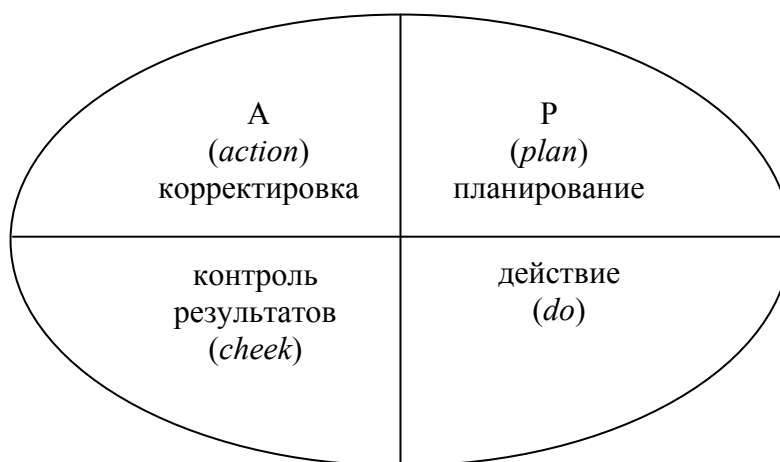


Рис. 11.4. Цикл РДСА

Здесь, в отличие от реализации десяти перечисленных выше функций, предусматривается выполнение четырех этапов работ:

- планирование (*Plan – P*);
- выполнение работ – действие (*Do – D*);
- контроль результатов (*Check – C*);
- корректирующее действие (*Action – A*).

Работа по циклу может повторяться до тех пор, пока не будет достигнут запланированный результат.

Рассмотрев принципы обеспечения и управления качеством, можно сделать важное замечание, касающееся соотношения между этими понятиями. С самого начала было ясно, что эти понятия взаимосвязаны. Обеспечение качества – более широкое понятие, включающее в себя управление качеством. Так, если обеспечение качества – это процесс формирования требуемого качества под воздействием трех основных факторов (технического, административного и человеческого), то управление качеством является только частью одного, а именно административного фактора ([рис. 11.1](#)). Схема, по сути, представляет собой причинно-следственную диаграмму обеспечения качества.

Взаимосвязь принципов обеспечения и управления качеством хорошо прослеживается на функциональной схеме управления качеством. Здесь управленческая функция «разработка мероприятий» предусматривает принятие мер, направленных на улучшение материальной базы производства, совершенствование организации работ и активизацию персонала, которые как раз и являются основными факторами обеспечения качества продукции в производственном процессе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обостряющаяся конкуренция товаропроизводителей, зарождение и все более широкое распространение потребительского движения в развитых странах привели к возвышению роли качества продукции и услуг для определения рейтинга страны в мировой иерархии. Страны, в которых качество продукции и услуг высокое, являются развитыми и богатыми, с эффективной рыночной экономикой и высоким уровнем качества жизни. Для обеспечения качества необходимо прежде всего научиться измерять его.

Квалиметрия – научная область, объединяющая методы количественной оценки качества различных объектов. История зарождения и развития квалиметрии насчитывает не один десяток лет, причем ее развитие началось задолго до того, как она получила свое название. Основная задача квалиметрии – определение номенклатуры показателей и разработка методик определения оценочных параметров качества.

Бесспорно, что точные методы оценки качества необходимы для решения множества проблем, в том числе управления качеством обеспечения конкурентоспособности выпускаемых изделий на внутреннем и внешнем рынках; эффективного развития торговли и т. д.

Однако в нашей стране и других странах до настоящего времени отсутствуют общепринятые методы оценки и контроля качества; в каждой стране эта проблема решается по-своему.

Дальнейшее развитие квалиметрии должно идти по направлению совершенствования теоретической базы (концепции, методологии и терминологии в области качества), а также разработки более точных методов оценки качества.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Азгальдов, Г. Г. О квалиметрии / Г. Г. Азгальдов, Э. П. Райхман, А. В. Гличев. – М.: Стандартиздат, 1973.
2. Басовский, Л. Е. Управление качеством: учеб. для вузов / Л. Е. Басовский, В. В. Протасов. – М.: ИНФРА-М, 2000. – 212 с.
3. Гиссин, В. И. Управление качеством продукции: учеб. пособие / В. И. Гиссин. – Ростов н/Д.: Феникс, 2000. – 256 с.
4. Литвак, Б. Г. Управленческие решения: учебник / Б. Г. Литвак. М.: ЭКМОС, 1998. – 163 с.
5. Секацкий, В. С. Управление качеством: учеб. пособие / В. С. Секацкий. – Красноярск: КГТУ, 2000. – 200 с.
6. Сероштан, М. В. Качество непродовольственных товаров / М. В. Сероштан, Е. Н. Михеева – М.: Издательский дом «Дашков и К°», 2000. – 164 с.
7. Огвоздин, В. Ю. Управление качеством. Основы теории и практики / В. Ю. Огвоздин. – М.: Дело и сервис, 1999. – 160 с.
8. Окрепилов, В. В. Управление качеством / В. В. Окрепилов. – М.: Экономика, 1998. – 637 с.
9. Швандер, В. Л. Стандартизация и управление качеством продукции. М., 2001. – 212 с.