

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

А. Н. ЧЕКМАРЕВ

КВАЛИМЕТРИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

Часть 1. КВАЛИМЕТРИЯ

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия*

САМАРА
Издательство СГАУ
2010

УДК СГАУ: 658.562(075)
ББК У9(2)0-823.2-21я7
Ч373

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. В. А. Михеев,
канд. техн. наук, доц. Е. А. Вакulich

Чекмарев А.Н.

Ч373 **Квалиметрия и управление качеством. Ч.1. Квалиметрия:**
учеб. пособие / *А.Н.Чекмарев.* - Самара: Изд-во Самар. гос.
аэрокосм. ун-та, 2010. – 172 с.

ISBN 978-5-7883-0801-2

В учебном пособии приведены основы, принципы и методы квалиметрии и управления качеством. Пособие состоит из двух частей. В первой части рассматриваются аспекты категории «качество», основные положения квалиметрии, показатели качества, методы оценки уровня качества продукции, методы квалиметрии.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальностям «Стандартизация и сертификация», «Управление качеством», «Менеджмент организаций» и др., а также для аспирантов и инженерно-технических работников, занимающихся вопросами менеджмента качества, внедрением систем управления качеством продукции (услуг).

УДК СГАУ: 658.562(075)
ББК У9(2)0-823.2-21я7

ISBN 978-5-7883-0801-2

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2010

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
ВВЕДЕНИЕ	7
1. КАТЕГОРИЯ «КАЧЕСТВО»	10
1.1. Что такое качество?	10
1.2. Эволюция обеспечения качества	12
1.3. Концептуальные аспекты проблем качества	23
1.4. Современная философия качества	30
1.5. Качество как объект управления	35
Контрольные вопросы	40
2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И ПОЛОЖЕНИЯ О КВАЛИМЕТРИИ	41
2.1. История и современное состояние квалиметрии	41
2.2. Системные понятия и определения в квалиметрии	47
2.3. Концептуальные положения современной квалиметрии	56
2.4. Задачи и проблемы квалиметрии	59
2.5. Взаимосвязь квалиметрии с другими науками и области возможного ее применения	63
Контрольные вопросы	66
3. ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА (ПК)	67
3.1. Классификация ПК	67
3.2. Оценочные ПК	69
3.2.1. Функциональные ПК	69
3.2.2. Ресурсосберегающие ПК	76
3.2.3. Природоохранные ПК	78
3.3. Выбор номенклатуры ПК	80
3.4. Базовые образцы и их выбор	84
3.5. Методы определения значений ПК	87
Контрольные вопросы	89
4. КВАЛИМЕТРИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА	91
4.1. Системный подход к оценке качества	91
4.2. Теория оценивания	94
4.2.1. Система оценки	94
4.2.2. Аксиомы оценивания	96
4.2.3. Принципы оценивания	97
4.3. Квалиметрические шкалы	100
4.3.1. Качественные шкалы	100
4.3.2. Количественные шкалы	102

4.4. Определение коэффициентов весомости ПК.....	105
4.4.1. Концепции определения коэффициентов весомости.....	105
4.4.2. Методы определения коэффициентов весомости.....	106
Контрольные вопросы.....	110
5. ОЦЕНКА УРОВНЯ КАЧЕСТВА.....	111
5.1. Алгоритм оценивания уровня качества.....	111
5.2. Методы оценки уровня качества продукции.....	119
5.2.1. Классификация комплексных оценок качества.....	119
5.2.2. Методы оценки уровня качества по признаку определения результата оценки.....	123
5.2.3. Методы оценки уровня качества по признаку состава характеризуемых ПК.....	124
5.2.4. Коэффициент «Вето».....	128
5.3. Оценка качества разнородной продукции.....	129
5.3.1. Определение индексов качества продукции.....	129
5.3.2. Определение индексов дефектности продукции.....	130
Контрольные вопросы.....	132
6. ЭКСПЕРТНЫЕ МЕТОДЫ.....	134
6.1. Общие сведения.....	134
6.2. Подготовка экспертизы.....	138
6.2.1. Формирование цели экспертизы.....	138
6.2.2. Формирование организаторов экспертизы.....	139
6.2.3. Отбор экспертов.....	142
6.3. Формирование экспертной оценки.....	144
6.3.1. Формирование рабочей группы.....	144
6.3.2. Формирование экспертной группы.....	145
6.4. Проведение экспертного опроса.....	148
6.4.1. Индивидуальный опрос экспертов.....	149
6.4.2. Обмен информацией между экспертами.....	151
6.5. Анализ результатов опроса экспертов.....	157
Контрольные вопросы.....	160
Список литературы.....	162
Приложение – Экспертный метод определения весомости.....	166

ПРЕДИСЛОВИЕ

«Я не устаю повторять, что управление качеством начинается с подготовки кадров и заканчивается подготовкой кадров»

К. Исикава

Успешное развитие российской экономики невозможно без повышения качества выпускаемой продукции. Некоторые руководители отечественных предприятий уже осознали важность этой проблемы и приступили к ее практическому решению. Однако существующий инженерный комплекс, в том числе и в верхних структурах управления многих предприятий, не обладает достаточно современным уровнем знаний в этом направлении и требует переподготовки, а также пополнения своих рядов специалистами по управлению качеством, стандартизации и сертификации. Подготовка специалистов в этих областях необходима предприятиям и организациям для целей внутреннего и внешнего аудита, улучшения качества, стандартизации и сертификации продукции, производства и систем менеджмента качества.

Вступление России в ВТО диктует необходимость активного внедрения на предприятиях современных методов управления качеством, базирующихся на опыте высокоразвитых стран. Для достижения этой цели необходимо создание системы подготовки кадров в области управления качеством, включающей в себя разработку методических материалов и организацию в рамках системы дополнительного образования подготовки и переподготовки кадров.

Полагаю, что овладению знаниями в области управления качеством окажет помощь издание учебного пособия «Квалиметрия и управление качеством».

Основная цель написания настоящего пособия – дать систематизированное изложение квалиметрических методов оценивания качества продукции (услуг), основ управления качеством, базирующихся на системах менеджмента качества, стандартизации и сертификации.

Содержание направлено на приобретение практических и закрепление теоретических знаний, получаемых студентами на лекциях по учебной дисциплине «Квалиметрия и управление качеством» с учетом особенностей заочного обучения.

Для выработки практических навыков и закрепления пройденного материала в пособии имеется раздел «Контрольные вопросы».

Приведенные в списке литературы источники позволяют желающим более подробно ознакомиться с рассматриваемыми вопросами.

Учебное пособие подготовлено на основе опыта преподавания прикладных вопросов квалитметрии и управления качеством в Самарском государственном аэрокосмическом университете и научных работ автора в этой области.

Учебное пособие состоит из двух частей: «Квалитметрия», «Управление качеством»,

В первой части приведены аспекты категории «качество», рассматриваются общие сведения и положения о квалитметрии, показатели качества, квалитметрические основы оценки качества, методы оценки уровня качества продукции, экспертные методы.

Вторая часть посвящена вопросам управления качеством. Рассматриваются формирование научных школ управления качеством, эволюция научных основ управления качеством. Представлены теоретические основы управления: принципы управления, системный и процессный подходы; классификация методов управления качеством; человеческий фактор в управлении качеством. Рассмотрены современные методы управления качеством: TQM, системные методы, статистические методы, управление на основе стандартизации, самооценка.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальностям «Стандартизация и сертификация», «Управление качеством», «Менеджмент организаций» и др., а также может быть полезной для аспирантов, инженеров и научных работников, специализирующихся на вопросах количественной оценки и управления качеством продукции (услуг).

При изучении материалов учебного пособия следует опираться на знания, полученные в курсах высшей математики, метрологии, методов и средств измерений и контроля, стандартизации.

Автор с благодарностью примет замечания и предложения по улучшению структуры и содержания учебного пособия, направленные по адресу: 443086, г. Самара, Московское шоссе, 34, СГАУ.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время задача повышения качества продукции стала одной из главных как в нашей стране, так и за рубежом. Значимость этой проблемы еще больше возрастает при вступлении России в ВТО.

Первым шагом к улучшению качества производимой продукции и предоставляемых услуг является получение навыков количественного оценивания фактического (достигнутого) уровня качества и систематизации имеющейся информации с целью принятия оптимального решения о конкретных путях и методах повышения качества продукции (услуг).

Термин «Квалиметрия» (от латинского «квали» - какой, какого качества, и древнегреческого «метрео» - мерить, измерять) впервые был использован в 1968 г. для обозначения научной дисциплины, изучающей методологию и проблематику количественного оценивания качества объектов любой природы. Возникновение квалиметрии было связано с осмыслением проблемы измерения и оценки качества в сочетании с проблемой управления качеством продукции и работ в общественном производстве [9].

Оценка качества – первый и основной этап системы управления качеством. Трудности реализации многих видов продукции и ее конкурентоспособность связаны с неумением правильно оценивать качество на различных стадиях ее жизненного цикла, а также объективно оценивать правильные ценообразования. Необходимость обеспечения качества, разработка и внедрение систем менеджмента качества на предприятиях, стандартизация показателей качества продукции обуславливают потребность в науке о количественной оценке качества (квалиметрии).

Основные задачи квалиметрии: выбор номенклатуры показателей качества, разработка методов их определения и оптимизации, обоснование условий их использования в задачах стандартизации и управления качеством.

Как известно, все, что производит человек, выражается совокупностью четырех элементов: продукция, услуги, информация, энергия. При этом каждый из этих элементов наиболее полно характеризует три фундаментальные величины: количество, затраты и качество. Первая из этих величин – количество – является основой расчетов в комплексе технических наук (человечество научилось измерять количество еще четыре тысячелетия назад). Вторую величину – затраты –

систематически изучают и учитывают в комплексе экономических наук уже три тысячелетия. Что же касается третьей характеристики – качества, то до сравнительно недавнего времени его практически не учитывали ни в технических, ни в экономических, ни в управленческих науках.

Связано это с тем обстоятельством, что отсутствовали теория и прикладной инструментарий достоверного количественного оценивания качества продукции (услуг). А без такого оценивания сегодня уже очень трудно, а зачастую практически невозможно обеспечить эффективное функционирование производственных и экономических структур. Сказанное прежде всего относится к управленческой деятельности. Ведь почти любому менеджеру в процессе его работы приходится сталкиваться с проблемой качества: во-первых, в связи с необходимостью управления качеством, во-вторых, качество нужно уметь количественно оценивать и, в-третьих, количественное оценивание качества необходимо при решении таких технико-экономических задач, в которых для повышения точности расчета нужно учитывать не только количественные, но и качественные факторы (функциональные, социальные, экологические, эргономические, эстетические и другие).

Вот почему проблема измерения и количественной оценки качества продукции – одна из узловых проблем науки об управлении качеством. Поэтому вполне естественно, что наука о количественной оценке качества (квалиметрия) привлекает внимание все большего числа научных работников и специалистов, занятых в производстве товаров и предоставлении услуг [55].

Зачем специалисту нужна квалиметрия?

Знание квалиметрических методов он может применить при решении следующих задач:

- повышении надежности и конкурентоспособности продукции;
- совершенствовании процессов изготовления продукции и предоставляемых услуг;
- актуализации нормативно-технической базы, определении структуры и конкретного наполнения разрабатываемого стандарта, величин закладываемых в нем показателей;
- локализации сферы научного поиска, постановке целей и задач исследования;
- повышении объективности и эффективности тендеров, выборе альтернативного варианта;
- оптимизации и упорядочении процедуры сертификации.

В квалиметрии важное место занимают экспертные методы, основанные на обработке и анализе мнений специалистов. Это объясняется большим диапазоном исследовательских возможностей и высокой востребованностью практикой. При этом получение экспертных оценок, т.е. извлечение объективного мнения из совокупности индивидуальных мнений экспертов, является самостоятельной и очень важной задачей науки и практики квалиметрии [19].

Основная задача данной работы – в систематизированном виде изложить методологию количественного оценивания фактического уровня качества и систематизации имеющейся информации с целью принятия оптимального решения и в какой-то степени уменьшения трудностей для тех, кому необходимо будет овладеть квалиметрией.

1. КАТЕГОРИЯ «КАЧЕСТВО»

«... русскому народу есть только один исход и одно спасение – возвращение к качеству и его культуре... надо творчески развязать качественные силы России!»

И. А. Ильин

1.1. Что такое качество?

Прежде чем ответить на этот вопрос, напомним слова известного русского философа И. А. Ильина, которые являются актуальными и сегодня: «Качество необходимо России: напряженный и добросовестный труд, выработанный первосортный продукт, высокий уровень жизни» (журнал «Русский колокол», 1928 г.) [30].

Необходимость обеспечения качества отечественной продукции определяется следующими важнейшими обстоятельствами:

- внедряются рыночные отношения, основу которых составляет использование экономических стимулов и рычагов в прямой зависимости от повышения качества продукции и степени удовлетворения потребности населения в высококачественных видах продукции;

- значительно усиливаются взаимосвязи между экономической и технической сторонами качества;

- осуществляется существенная перестройка государственной системы стандартизации;

- широко распространяется внедрение международных стандартов ИСО серии 9000 по системам обеспечения качества как необходимое условие проведения сертификации отечественной продукции и повышения ее конкурентоспособности на мировом рынке.

Цель качества – внести осмысленность в жизнь человека, сделать ее более творческой и радостной. Цель качества определяется [10]:

- мировоззренческими ориентирами: человек живет и действует в качественно многообразном мире;
- логико-гносеологическими условиями: познавая процессы, мы стремимся выявить их качественную определенность, раскрыть их свойства, связи и отношения;

- психологическими факторами: хорошо организованная деятельность, а также и качество производственной среды вызывают положительные эмоции и чувства, приносят удовлетворение;
- социальной основой: человек стремится жить в качественном социуме, в котором созданы условия для его жизни и творчества и имеются качественные характеристики: целостность, духовность, демократичность и т. п.;
- технологическими условиями, определяющими значимость качества: проектирования, технологий, материалов, рабочего персонала и т.д. Итогом этих условий и является качество продукции (услуг), процессов и систем.

Для уяснения сути категории “качество”, ее логического содержания рассмотрим ее генезис.

В обобщенном виде можно представить качественно различные этапы понимания качества (рис. 1.1) [37].

Субстратное – характеризуется примитивным представлением об устройстве мира, сводимым к характеристике основных природных стихий (огонь, земля, вода, воздух).

Предметное – обусловлено влиянием производственной деятельности, формированием научных и технических дисциплин. Было признано, что каждый предмет обладает специфическими свойствами, которые могут подвергаться изменениям.



Рис. 1.1. Этапы понимания качества

Системное – характеризуется тем, что объектами научного исследования и практической деятельности являются системы, качество которых формируется в результате взаимодействия его многообразных свойств.

Функциональное – выражает тенденцию определять качество через выполнение определенных функций в соответствии со своим назначением, т.е. через количественные показатели.

Интегральное – ориентирует на синтетический целостный охват всех сторон факторов.

Каждому этапу понимания сущности категории «качество» соответствуют различные определения данного понятия. Так, греческий философ Аристотель качество рассматривал в следующих значениях: как видовое отличие сущности, характеристика состояний сущности и свойство вещи. Принято считать, что Аристотель заложил основы предметного понимания качества.

Идея системного понимания качества принадлежит Г. Гегелю, в основе которой выступают качество, количество и мера. Гегель высказывал, что “качество есть в первую очередь тождественная с бытием непосредственная определенность. Количество есть, напротив, внешняя безразличная для него определенность. Нечто перестает быть тем, что оно есть, когда теряет свое качество. Третья ступень бытия, мера, есть единство первых двух, качественное количество.”

Ф. Энгельсу принадлежит мысль о том, что в природе и обществе существуют не качества, а вещи и явления, обладающие качествами, и при том бесконечно многими качествами. «Платье, - отмечал Ф. Энгельс, - становится действительно платьем лишь тогда, когда его носят». Качество внутренне присуще предмету и не существует вне его.

Идея качества присуща русской культуре. Качественная сторона мировоззрения, ментальности, души русского народа было постоянно в поле зрения творцов философии, науки и религии. Русские философы И. А. Ильин, Н. А. Бердяев, Л. П. Карсавин и др. уделяли большое внимание проблемам качества, подчеркивая его ценностную значимость, системный характер. Существенным в этом подходе к качеству было то, что оно прежде всего связывалось с духовностью.

Впервые в нашей стране в работе [10] представлены национальные оригинальные тексты, работы философов и ученых, религиозных и государственных деятелей, писателей, социологов и экономистов, в которых рассматриваются и анализируются проблемы качества. При этом авторы подчеркивали ту особенность «качества», которое исходит от субъекта, его духовности и нравственности. Вырисовывается определенная зависимость качества от мировоззрения, духовности. Качество творится духовно-нравственными усилиями личности. Поэтому качество есть категория аксиологическая, духовно-нравственная, а не только технологическая или экономическая. В качестве примера можно привести рассуждение академика В. Легасова о Чернобыльской катастрофе. Он считает, что одной из причин катастрофы мирового значения – некачественная система школьного образования. В рассуждениях В. Легасова отражается основной постулат современной философии качества: глобальный характер категории качества, тесная взаимосвязь и взаимообусловленность качества продукции, результатов деятельности человека с качеством образования, культуры, качеством жизни и качеством самого человека.

А. И. Субетто подчеркивает необходимость приоритетной государственной политики качества, которая должна включать в себя всеобуч в области качества, начиная с высшего руководства власти в стране. При этом качество должно быть философией, которая должна формироваться с дошкольного возраста, быть постоянной темой специальных передач по телевидению, постоянных рубрик в газетах.

Что же такое качество? Аристотель, Демокрит, Гегель, И. Кант, Ф. Энгельс, В. И. Ленин, Н. А. Бердяев – многие лучшие умы человечества высказывали суждения об этом понятии. Качество – это понятие, которое все интуитивно понимают, о нем говорят, все с ним живут и каждый думает, что знает, что это такое. Однако немногие придут к единому мнению об определении понятия «качество» [22].

Наиболее известные специалисты в области управления качеством имеют следующие взгляды на качество:

Доктор Сегецци (Швейцария): «Основой качества является культура и цивилизация общества» ... «качество выполняемой работы как основа качества продукции уходит своими корнями в уровень качества предприятия».

У. Ньюдисин (США): «От повышения качества выигрывает общество. Требования удовлетворяются, эксплуатация ресурсов сокращается, а прибыли растут».

Дени Котон (Франция): «Качество – это определяющая цель предприятия».

Г. Харрингтон (США) дает определение понятия «качество» как «удовлетворение ожиданий потребителя за цену, которую он может себе позволить, когда у него возникает потребность», а определение «высокого качества» как «превышение ожиданий потребителя за более низкую цену, чем он предполагал, и выполнение изделием (сервисом) своих функций каждый раз без ремонтов и отказов».

Ф. Кросби (США) определяет качество как «соответствие требованиям», имея в виду степень соответствия всех особенностей и характеристик изделий техническим условиям.

Д. Джуран (США) использует понятие «качество» в виде определения «пригодность для достижения цели», так как оценка качества потребителем основана на пригодности изделия к использованию, а не на соответствии изделия требованиям технических условий.

Г. Тагути (Япония) рассматривает качество изделия с учетом его отклонения от номинального или заданного значения на основе квадратичной функции потерь.

С. Шiba под понятием «лучшее качество» имеет четыре концепции: требования стандартов, эксплуатационные требования, явные (очевидные) требования, неочевидные (латентные) требования.

А. И. Субетто понятие «качество» рассматривает в виде кругооборота: «качество человека – качество товара – качество производства – качество среды – качество культуры – качество науки – качество образования – качество жизни – качество человека».

Детальный анализ различных взглядов на качество продукции и существующих определений «качества» был проведен А. В. Гличевым, В. П. Пановым и Г. Г. Азгальдовым в 60-х годах XX века, которые рассмотрели более 350 публикаций 320 авторов из 22 стран. Они систематизировали все определения понятия качества, которые впоследствии были взяты за основу при разработке государственных стандартов, определяющих термины в области качества продукции.

Современные трактовки категории «качество» можно объединить в следующие группы [50]:

- качество как абсолютная оценка – качество товара представляет собой абсолютный, признаваемый всеми признак соответствия стандартам;
- качество как свойство продукции – качество служит результатом какого-либо измеримого параметра;
- качество как соответствие назначению – качество представляет собой способность продукции (услуг) выполнять свои функции;
- качество как соответствие стоимости – соотношение полезности и цены продукта;
- качество как соответствие стандартам – соответствие стандартам и техническим условиям, включающим целевые и допустимые значения тех или иных параметров продукции (услуг);
- качество как степень удовлетворения запросов потребителей – это то, чего ожидают потребители от результатов деятельности организации.

Согласно последней трактовке категории «качество» организация должна фокусировать свою деятельность на удовлетворении требований потребителей. Качество оценивается только потребителем и поэтому должно быть поставлено в зависимость от его нужд и пожеланий. Это означает, что потребитель становится участником процессов, осуществляемых производителем, заинтересован в конечном результате деятельности организации и осуществляет его оценку. Понятие качество закреплено стандартами.

Парадигмой является определение качества в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9000:2009 [3]: «качество – степень соответствия присущих характеристик требованиям». При этом понимается, что характеристика – отличительное свойство, которое может быть качественным или количественным; требования – потребность или ожидание, которое установлено, обычно предполагается или является обязательным.

Классификация типов качества представлена на рис. 1.2 и ее можно проводить по следующим основаниям.

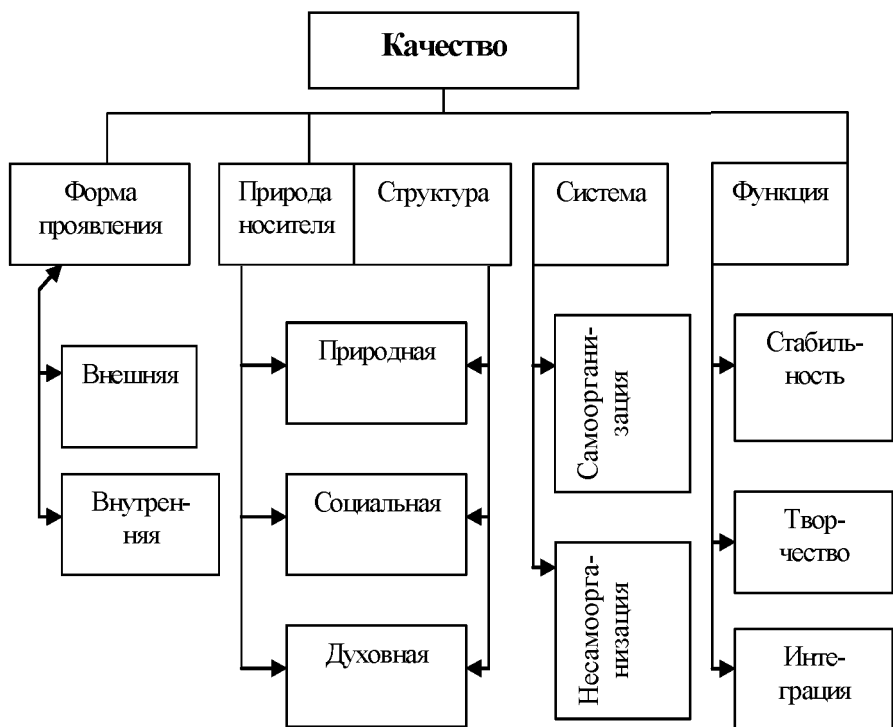


Рис. 1.2. Классификация типов качества

По форме представления качества как внешнюю определенность, раскрываемую через совокупность свойств; и качество как внутреннюю определенность, выражающую целостность предмета и его существенные характеристики.

По природе носителей качество различается на природные качества, детерминированные естественными закономерностями; социальные качества – обусловленные особенностями социальных отношений; духовные качества - качества, характеризующие духовный мир.

Структурный подход позволяет различать структуры качества природного, социального, духовного.

Системный подход различает системы самоорганизующиеся и несамоорганизующиеся.

Любая сложная система включает 3 уровня:

- уровень материальных носителей;
- уровень взаимосвязей элементов системы;

- уровень обмена информацией.

По функциям качество, во-первых, выражает и закрепляет определенный уровень целостности предмета, стабилизирует и упорядочивает его; во-вторых, стимулирует творческий поиск в совершенствовании качества; в-третьих, ориентирует на интеграцию различных подходов, видов деятельности.

Качество продукции – это совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением.

Качество продукта представляет собой его свойства (способность удовлетворить потребности и ожидания конкретного потребителя). В условиях рыночной экономики качество продукта является конечной целью производителя и определяет его конкурентоспособность¹⁾.

Конкурентоспособность изделия в наибольшей степени определяется следующими показателями: F – показатели функциональных и потребительских свойств изделия; K – показатели качества этих свойств; C – показатели потребительской стоимости изделия. При этом индекс конкурентоспособности изделия определяется как свертка: $I_Q = a_1F + a_2K + a_3C$, где a_1, a_2, a_3 – весовые коэффициенты показателей F, K, C соответственно при выполнении условия $a_1 + a_2 + a_3 = 1$.

Конкурентоспособное качество – это выполнение установленных требований и воплощение ожиданий потребителя, которое можно представить следующей зависимостью:

$$K = f(Q, Z, B, Y), \quad (1.1)$$

где K – конкурентоспособность;

Q – качество;

Z – цена;

B – бренд;

Y – услуги обслуживания.

В процентном отношении составляющие конкурентоспособности в формуле (1.1) условно составляют 40:30:20:10 соответственно.

Качество можно представить в виде пирамиды (рис 1.3).

¹⁾ Конкурентоспособность изделия в наибольшей степени определяется следующими показателями: F – показатели функциональных и потребительских свойств изделия; K – показатели качества этих свойств; C – показатели потребительской стоимости изделия. При этом индекс конкурентоспособности изделия определяется как свертка: $I_Q = a_1F + a_2K + a_3C$, где a, a_2, a_3 – весовые коэффициенты показателей F, K, C соответственно при выполнении $a_1 + a_2 + a_3 = 1$.



Рис. 1.3. Пирамида качества

Качество жизни – интегральная качественная характеристика жизни людей, раскрывающая не только жизнедеятельность, жизнеобеспечение, но и жизнеспособность общества как целостного социального организма, социальные качества.

Качество СМК (TQM) – всеохватывающий менеджмент качества, который предполагает высокое качество всей работы для достижения требуемого качества продукции.

Качество предприятия – работа связана с обеспечением высокого организационно-технического уровня производства и требуемых условий труда.

Качество процессов – качество работы включает особенность принимаемых управленческих решений, систему планирования. Особое значение имеет идентификация процессов, непосредственно связанных с выпуском продукции (контроль качества процессов, своевременное выявление несоответствий).

Качество продукции и услуг – результат выполнения процессов. Успех качества определяется следующими факторами:

- в центре всегда должен быть потребитель;
- результаты процесса должны быть подчинены главной цели;
- ответственность руководства;
- непрерывное улучшение;
- проблемы, зависящие от исполнителей, должны составлять не более 20%;
- система оценки исполнения;

- постоянные совместные профессиональные советы (консультации).

1.2 Эволюция обеспечения качества

В становлении современной философии обеспечения качеством можно выделить четыре перекрывающиеся и продолжающиеся стадии: контроль, управление качеством, постоянное повышение качества, планирование качества, которые развивались под влиянием противоречия между внутренними и внешними целями изготовителя - обеспечение качества выпускаемой продукции (внешняя цель) и повышение эффективности производства (внутренняя цель).

Стадия контроля началась при ремесленном и мануфактурном производстве, причем уже в этот период имеются отдельные элементы регламентации требований контроля качества и регламентирующих действий. Так, в правилах суконного производства в Шалоне (1244 г.) записано: «Нельзя делать сукна зеленого, коричневого, синего и красного, в шерсти этих цветов не полагается». В случае, если изготовитель отступал от установленных представлений, его продукция просто сжигалась. Характерным документом, свидетельствующим о конкретном решении проблемы обеспечения качества в XVII в., в России является указ Петра I, изданный в 1723 г. В связи с поставкой в войска оружия низкого качества: «Повелеваю хозяина Тульской оружейной фабрики Корнилу Белоглаза бить кнутом и сослать в работу в монастырь понеже он, подлец, осмелится войску Государеву продать негодные пищала и фузеи. Старшего олдермана Фрола Фукса бить кнутом и сослать в Азов, пусть не ставит клейма на плохие ружья. Приказываю ружейной канцелярии из Петербурга переехать в Тулу и денно и ночью блюсти исправность ружей. Пусть дьяки и подьячие смотрят, как подьячие клейма ставят, буде сомнение возьмет, самим проверять и смотреть стрельбой. А два ружья каждый месяц стрелять, пока не испортятся. Буде заминка в войсках приключится, особо при сражении, по недогляду дьяков и подьячих, бить оных кнутом по оголенному месту. Хозяину 25 кнутов и пени по червонцу за ружье, старшего олдермана бить до бесчувствия, дьяка отдать в писари, подьячего лишить воскресной чарки сроком на 1 год. Новому хозяину ружейной фабрики Демидову повелеваю распорядиться построить дьякам и подьячим избы, чтобы не хуже хозяйской были. Буде хуже, пусть Демидов не обижается – велю живота лишить».

Значительный вклад в развитие этой стадии внесли американские автомобилестроители – Генри Леланд (основатель фирмы «Кадиллак») и Генри Форд. Леланд впервые применил в автомобильном производстве работу по калибрам и придумал пару «проходной» и «непроходной» калибр. Форд применил сборочный конвейер и ввел вместо входного контроля комплектующих изделий на сборке выходной контроль на тех производствах, где эти комплектующие изделия изготавливались, т.е. на сборку стали поступать только годные, качественные изделия. Он также создал отдельную службу технического контроля, независимую от производства.

Научным обобщением опыта, накопленного на этой стадии, стали работы американского ученого Ф. Тейлора. Им предложена концепция научного менеджмента, идея разделения ответственности между работниками и управленцами, идея научного нормирования труда, идея иерархической структуры управления организацией.

Внедрение в жизнь этой концепции привело уже в 20-е годы к тому, что численность контролеров в высокотехнологических отраслях стала составлять до 40% от числа производственных рабочих. В рамках этой концепции повышение качества всегда сопровождается ростом затрат на его обеспечение, т.е. цели повышения эффективности производства и повышения качества изделия являются противоречивыми.

Стадия управления качеством

В начале XX века в связи с возрастанием сложности продукции проблема обеспечения качества значительно обострилась. Уже нельзя было ограничиться проведением только технического контроля, требовались какие-то дополнительные меры.

В 20-х годах начали разрабатываться и внедряться статистические методы контроля, появились контрольные карты Шухарта и методы выборочного контроля. Статистические методы дали в руки управленцев инструмент, который позволил сосредоточить усилия не на то, как обнаружить и изъять негодные изделия до их отгрузки покупателю, а на том, как увеличить выход годных в технологическом процессе.

Ядром концепции обеспечения качества на этой стадии стало: основная цель – потребитель должен получать только годные изделия. Контроль продукции сохраняется как один из важных методов обеспечения качества, но главное усилие следует сосредоточить на управ-

лении производственными процессами, обеспечивая увеличение процента выхода годных изделий.

В 40-50-х годах на основе работ известных ученых А. Н. Колмогорова, Н. Н. Бородачева, Я. Б. Шора и др. разрабатывались статистические методы анализа и контроля качества продукции, благодаря исследованиям А. И. Берга, Б. В. Гнеденко, П. П. Месяцева и др. успешно развивалась проблема надежности и долговечности.

В 60-е годы все более стал использоваться системный подход к решению проблем обеспечения качества продукции, начали создаваться новые более эффективные системы управления качеством на разных уровнях. Улучшение качества продукции превратилось в важнейший фактор повышения эффективности общественного производства, приобрело большое социальное звучание. В то же время росло понимание того, что каждый производственный процесс имеет определенный предел выхода годных изделий и этот предел определяется не процессом самим по себе, а системой, т.е. всей совокупностью деятельности предприятия, организации труда, в которой этот процесс протекает. При достижении этого предела с новой остротой действует то же противоречие, что и на предыдущей стадии, - цели повышения эффективности производства и повышения качества продукции являются противоречивыми.

Стадия постоянного повышения качества

Начало стадии (1950 г.) постоянного повышения качества связывают с работами Е. Деминга и Д. Джурана. Они разработали программу, основной идеей которой было: «Основа качества продукции – это качество труда и качественный менеджмент на всех уровнях, т.е. такая организация работы коллективов людей, когда каждый работник получает удовольствие от своей работы». При этом программа базировалась уже не на совершенствовании только производственных процессов, а на совершенствовании системы в целом, на непосредственном участии высшего руководства фирм в проблемах качества, обучении всех сотрудников фирм сверху донизу основным методам обеспечения качества, мотивации сотрудников на высококачественный труд. Место концепции недопущения брака к потребителю и концепции увеличения выхода годных изделий заняла концепция “Ноль дефектов”.

Основной вклад в развитие как этой стадии, так и последующей, внесли: Э. Деминг, Ф. Кросби, А. Фейгенбаум, К. Исикава, Д. Джуран, В.В. Бойцов, А.В. Гличев и др.

В конце 60-х годов, благодаря исследованиям ученых В. В. Бойцова, А. В. Гличева, П. П. Месяцева, Г. Г. Азгальдова, В. П. Панова, В. Г. Версана и др., обеспечение качества приобрело научную основу. При этом были созданы предпосылки к созданию и совершенствованию управления качеством на разных уровнях.

Можно констатировать, что именно на этой стадии обеспечения качества сложился менеджмент качества в его современном понимании. При этом противоречие между повышением качества и ростом эффективности производства в его прежних формах было преодолено – применение новых идей управления позволило одновременно повысить качество и снизить затраты на производство. В то же время концепция стандартизованного качества, согласно которой под качественным изделием понимается изделие, требования к которому определил и зафиксировал изготовитель, а потребитель вправе либо купить предложенный продукт, либо отвергнуть его, привела к обострению противоречия между качеством и эффективностью в новой форме – при ошибке в определении запросов потребителей при выходе годных, с точки зрения изготовителя, изделий на рынок затраты чрезвычайно велики.

Стадия планирования качества является логическим развитием идей предыдущей стадии в направлении более полного удовлетворения запросов потребителей и связана, с одной стороны, с развитием теории надежности планирования экспериментов, и с другой стороны, с повсеместным внедрением информационных технологий в процесс разработки и изготовления изделий. При этом основой концепции стали:

- парадигма, заключающаяся в том, что большая часть несоответствий изделий закладывается на этапе разработки из-за недостаточного качества проектных работ;
- смещение акцента работ по созданию изделия с натуральных испытаний опытных образцов или партий на математическое моделирование свойств изделий, а также моделирование технологических процессов изготовления изделий, что позволяет обнаружить и устранить конструкторские и

технологические несоответствия еще до начала этапа производства;

- место концепции “Ноль дефектов” заняла концепция «удовлетворенного потребителя»;
- высокое качество необходимо предоставить потребителю за приемлемую цену, которая постоянно снижается, так как конкуренция на рынках очень высока.

Основные идеи новой стадии высказаны в работах японского ученого Г. Тагути, в научных разработках компании «Тойота» и «Мицубиси». Г. Тагути предложил функцию потерь качества, разработал методику планирования промышленных экспериментов. Философия Тагути коротко может быть представлена так:

- потери качества могут быть представлены как изменение определенной цели;
- качество должно быть определено в продукте с самого начала.

В рамках стадии планирования качества удастся практически преодолевать противоречие между качеством и количеством производства в его существующих формах, и новая стадия возникает при проявлении новой формы этого противоречия, например, требования потребителя, чтобы не только продукция, но и производственный процесс были экологичными, т.е. не наносили бы ущерба окружающей среде. В настоящее время эта стадия только формируется и ее концепция окончательно не сформировалась.

1.3 Концептуальные аспекты проблем качества

В широком смысле понятие качества (см. разд. 1.1) является весьма многогранным, охватывая практически все стороны деятельности человека и общества, находящиеся под воздействием факторов внешней и внутренней среды. А. В. Гличев в работе [21] обратил внимание на связь качественного улучшения образа жизни граждан России с качеством материальной и природной среды, морально-психологическим климатом в обществе, его культурным и образовательным уровнем. Исходя из этих соображений рассмотрим подходы к решению некоторых концептуальных аспектов проблем качества с общесистемных позиций и с позиций философии рыночной экономики.

Качество как сложная многоуровневая система

Рассмотрение фактора качества как социально-экономической категории, отражающей различные стороны и сферы деятельности людей, вызывает необходимость изучения проблем качества с позиции системного подхода и методологии системного анализа. На этой основе должна быть сформулирована **системная концепция** качества, непосредственным проявлением которой является обобщенное представление качества как сложной многоуровневой системы, состоящей из иерархически соподчиненных и обусловленных подсистем.

В такой системе можно выделить подсистемы трех уровней управления:

- социально-экономическая, в которую входит блок проблем, обуславливающих качество образа жизни человека и общества;
- безопасности и защищенности, в которую входит блок проблем, обуславливающих качество безопасности и защищенности человека и общества от риска любого характера;
- проектно-технологическая, в которую входит блок проблем, обуславливающих качество проектной деятельности и создаваемой в результате этой деятельности продукции и услуг.

Блок этих проблем зависит от уровня развития научно-технического прогресса, использования принципов в управлении качеством, профессионализма управленческого и исполнительного персонала. При этом при разработке и выборе эффективных управленческих решений представляется важным сформировать предварительно концептуальные положения, которые должны быть взяты за основу данных решений. К числу основных положений могут быть отнесены следующие [24]:

- качество как сложная иерархическая система;
- качество как совокупность потребительских полезностей;
- качество как концепция менеджмента;
- качество обучения.

Качество как совокупность потребительских полезностей

К основным характеристикам, определяющим потребительскую полезность продукции, могут быть отнесены [32]:

- потребительские свойства продукции, формирующиеся в процессе ее создания;
- цена продукции, корректируемая рыночным механизмом спроса и предложения;
- условия продажи товара и обмена между продавцом и покупателем;
- сервисное обслуживание продукции;
- информативность о товаре (его характеристики, свойства).

Отмеченное делает правомерным введение понятия синтезированного (интегрального) качества продукции.

Синтезированное качество – это установленная совокупность потребительских полезностей продукции, возникающая в результате взаимодействия потребителя и производителя (продавца) и способная удовлетворять социально-экономические потребности в течение регламентированного срока действия (службы) в соответствии с функциональным назначением продукции. В таком определении синтезированного качества важно выделить три момента:

- синтезированное качество определяется совокупностью потребительских полезностей продукции;
- формирование этих потребностей происходит в процессе взаимодействия двух ключевых фигур рынка – производителя (продавца) и потребителя;
- продукция должна удовлетворять определенные потребности потребителя в течение всего гарантийного срока ее действия при условии использования ее по назначению.

Синтезированное качество обуславливает получение полезного суммарного результата об эксплуатации или потреблении продукции. При этом оценить результативность качества продукции можно с помощью следующих основных показателей:

- показателя полезности результата, определяемого разностью между ценностью результата (Р) и суммарными затратами на его достижение (S):

$$Y_n = P - S; \quad (1.2)$$

- интегрального показателя качества продукции, определяемого отношением результата к суммарным затратам на его достижение:

$$Y_n = \frac{P}{S}, \quad (1.3)$$

где $P = \sum_{i=1}^n P_i$, $S = \sum_{i=1}^n S_i$ - суммарные результаты и затраты по i -м

видам полезности продукции ($i = 1, 2, \dots, n$).

Выбор того или иного показателя качества как оценочного критерия будет зависеть от его значимости в решении поставленной задачи.

Качество как концепция менеджмента [16]

Под *менеджментом* понимается совокупность принципов, методов и средств управления производством с целью повышения качества и эффективности функционирования организационной системы и качества выпускаемой ею продукции (услуги). Здесь качество выступает как главная цель управления. Структуру системы менеджмента можно представить в виде схемы (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Структура системы менеджмента качества

МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА

скоординированная деятельность по руководству
и управлению организацией применительно к качеству

ПОЛИТИКА В ОБЛАСТИ КАЧЕСТВА

общие намерения и направления
деятельности организации
в области качества, официально
сформулированные высшим
руководством

ЦЕЛИ В ОБЛАСТИ КАЧЕСТВА

то, чего добиваются или к чему
стремятся в области качества

ПЛАНИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА

часть менеджмента качества, направленная на установле-
ние целей в области качества и определяющая необходи-
мые операционные процессы жизненного цикла продукции
и соответствующие ресурсы для достижения целей в об-
ласти качества

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

часть менеджмента качества, направленная на выполнение
требований к качеству

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА

часть менеджмента качества, направленная на создание
уверенности, что требования к качеству будут выполнены

УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА

часть менеджмента качества, направленная на увеличение
способности выполнения требований к качеству

ИННОВАЦИИ КАЧЕСТВА

часть менеджмента качества, направленная на создание
новых потребностей или ожиданий потребителей в отно-
шении качества (не определено ИСО 9000:2000)

Рис. 1.5. Основные аспекты менеджмента качества

Менеджмент качества со своими принципами, методами и средствами, по сути, представляет собой систему управления качеством в условиях функционирования рыночной экономики. Основные аспекты менеджмента качества представлены на рис. 1.5.

Реализация принципов, методов и средств менеджмента качества является одним из неперенных условий эффективного функционирования организационных систем качества и конкурентоспособности производимой ими продукции. При этом непосредственное влияние на формирование качества выпускаемой продукции оказывает внутренняя среда организации (предприятия) – ее структура, ресурсы, квалификация персонала и т.п. Но факторы внутренней среды всегда находятся под воздействием факторов внешней среды, окружающих организацию. Согласно современной управленческой парадигме в менеджменте, именно возможность адаптации организации к постоянным изменениям внешней среды определяют эффективность организационной системы, диктуют ее стратегию и тактику в формировании качественных показателей производимой продукции. Структура внешней и внутренней среды организации показана на рис. 1.6.



Рис. 1.6. Структура внешней и внутренней среды организации

Качество обучения

Проблемы качества, связанные с обучением, условно можно разделить на две взаимосвязанные группы:

- проблемы повышения качества обучения и подготовки специалистов через высшие учебные заведения;
- проблемы подготовки специалистов в области качества (менеджер по качеству).

Первая группа проблем является весьма сложной и многогранной. Отметим лишь часть ее, относящуюся непосредственно к аспектам качества выпускаемой продукции. Одним из важнейших факторов, влияющих на качественные показатели производимой продукции, является профессиональный уровень конструкторов, технологов, экономистов и других специалистов, которые формируют концепцию качества будущего продукта на всех стадиях его жизненного цикла. Можно поэтому утверждать, что качество выпускаемой продукции напрямую зависит от качества и эффективности функционирования системы «вуз-производство-продукция».

Вторая группа проблем связана с вопросами обучения качеству, т.е. с подготовкой специалистов в области качества продукции.

По поводу подходов к решению этих проблем бытуют две точки зрения:

- включение специальных разделов по качеству в действующие учебные программы вузов по соответствующим дисциплинам;
- создание самостоятельной научной дисциплины в области качества.

К достоинству первой точки зрения следует отнести возможность более глубокого изучения вопросов качества применительно к конкретной дисциплине.

Вторая точка зрения исходит из необходимости преподавания в вузах самостоятельной научной дисциплины и включение ее в учебные планы и программы вузов. Это позволит каждому выпускнику вуза знать, для чего существует наука о качестве, какое народно-хозяйственное значение имеет качество продукции для отечественной экономики.

Решение проблем качества обучения и подготовки специалистов-профессионалов по менеджменту качества через высшие учеб-

ные заведения имеет первостепенное значение для решения многих других проблем в области качества. Методическая и координирующая деятельность в этом направлении должна стать одной из главных задач Академии проблем качества, Всероссийского общества качества.

1. 4 Современная философия качества

В основе современной философии качества лежит программа менеджмента качества, предложенная Демингом в 1950 году. Эта программа актуальна для России в современных условиях, т.к. российская экономика переживает кризисный период. Одним из показателей кризиса может служить тот факт, что большая часть продукции российских предприятий известна низким качеством, как в свое время в Японии. Что же необходимо предпринять, чтобы не просто выйти из кризиса, но и начать конкурировать с экономически развитыми странами?

Ответ простой: «Надо слушать Деминга» и руководствоваться его программой.

Программа базируется на трех основных положениях:

- любая деятельность может рассматриваться как технологический процесс и потому может быть улучшена;
- производство должно рассматриваться как система, находящаяся в стабильном или нестабильном состоянии. При этом статистический анализ производства для управляющего очень высок;
- изменить или улучшить производственный процесс могут только систематические меры, применяемые руководством, а не стихийная инициатива отдельных работников.

Следуя философии Деминга, японцы добились больших успехов в управлении производством и качеством продукции. В настоящее время опыт Японии изучают во всем мире. И начинают это изучение с философии качества Деминга, изложенной им в виде 14 постулатов, в соответствии с которыми необходимо:

1. Иметь постоянной целью стремление к непрерывному совершенствованию качества продукции и услуг.
2. Применять новую философию качества, изменять стиль управления совершенствованием качества продукции и услуг.
3. Устранить необходимость в массовом контроле как способа достижения качества. Требовать от изготовителей и потребителей статистических доказательств того, что качество заложено в продукт.

4. Прекратить заключать контракты, руководствуясь только низкой ценой. Привлечение самых дешевых поставщиков может отрицательно сказаться в дальнейшем, когда, возможно, придется столкнуться с заменой несоответствующих изделий, что неминуемо повлечет за собой дополнительные доходы. Отношения поставщика и заказчика должны строиться на долгосрочной взаимовыгодной основе.

5. Совершенствовать систему планирования производства и обслуживания, чтобы повышать качество и снижать затраты. Проблемы следует искать, а не дожидаться, пока с ними столкнутся работники.

6. Создать систему подготовки кадров на рабочих местах. При этом вводить современные методы обучения и переподготовки, исходя из принципа “ничто не заменит знания”. Важной частью этого обучения должны стать статистические методы регулирования технологического процесса.

7. Утверждать систему эффективного руководства. Мастера и контролеры должны сосредоточить свое внимание на том, чтобы помочь людям и машинам выполнить работу как можно лучше. Их роль – это роль «учителя», но не «судьи». При этом главной задачей должно быть улучшение качества, приводящее к повышению эффективности производства.

8. Ликвидировать атмосферу страха. Следует развивать и поощрять двусторонние связи между работниками и руководителями, раскрепощать людей так, чтобы каждый мог работать эффективно и производительно в интересах фирмы. Страх разрушает достоинство, гордость, мотивацию к труду, что непременно сказывается на качестве. В организации должна царить строгая, свободная от угроз и неразумных действий атмосфера. Вознаграждением станут высокая производительность труда и добросовестность работников.

9. Уничтожать разобщенность подразделений. Скрывая проблемы, менеджеры воздвигают барьеры между подразделениями или позволяют делать это членам своих групп. Подобный стиль поведения, возможно, выигрышен, с точки зрения частных интересов групп, но не идет на пользу организации в целом. Поэтому в интересах общего дела надо ломать барьеры между людьми, работающими в разных подразделениях.

10. Отбросить лозунги и призывы, зовущие к нулевому браку и достижению новых уровней производительности. Деминг справедливо полагал, что подобные проповеди вызывают только противодействие, поскольку нельзя требовать с рабочих отсутствия дефектов, если

входные материалы и комплектующие изделия имеют неудовлетворительное качество или технологический процесс отрегулирован так, что не способен обеспечить заданных пределов. Стремление отдельных руководителей переложить вину за низкое качество на рабочих Деминг относит к самым серьезным ошибкам управления. Основные причины низкого качества и низкой производительности следует искать в системе, а не в рабочей силе.

11. Исключить количественные нормы для рабочих и количественные показатели для администрации. Количественные нормы удобны управляющим как средство оценки производительности труда работников. Однако результаты труда каждого работника зависят не только от его личного умения, но и от организации, процесса производства, состояния оборудования, качества материалов и т.д. Если бы возможно было учесть все эти зависимости, количественные методы были бы оправданы. Поэтому Деминг рекомендует отказаться от управления, ориентирующегося на количественные показатели:

- если система, в которой вы работаете, стабильна, нет нужды определять цель повышения производительности и качества в цифрах, все равно Вы получите только то, что даст система; цель, находящаяся за пределами возможности системы, не будет достигнута;
- управление, основанное на количественных показателях – это попытка управлять, не зная, что, собственно, нужно делать; очень часто управление основано на страхе.

12. Устранить все препятствия, лишаящие работников предприятия права гордиться своей работой. Препятствия, непреодолимые для работника, ведут к угасанию его творческих способностей. Гордиться своей квалификацией работник может только в том случае, если реально представляет свой вклад в общее дело. Ограничение деятельности работника рамками только конкретных заданий не даст ему возможности составить такое представление.

13. Поощрять образование и самосовершенствование. Деминг утверждает: «Человек должен черпать радость в труде..., мы должны отдавать свои знания другим. Опыт, не подкрепленный знаниями, ничему не научит. Ничто не заменит знания». Как известно, людям изначально свойственно стремление делать работу хорошо, и надо помогать им в осуществлении этого, давая возможность совершенствоваться и приобретать дополнительные знания в процессе труда.

14. Четко устанавливать обязанности руководства высшего уровня по улучшению качества. Как известно, качество закладывается

в кабинете руководителя и решение задачи постоянного совершенствования качества не может быть поручено подчиненным. Руководство высшего уровня, администрация, непосредственные исполнители – все должны претворять в жизнь перечисленные выше 13 пунктов.

Кроме вышеизложенных «14 пунктов» в программу менеджмента качества входят следующие разделы: «7 смертельных болезней», «трудности и фальстарты», «цепная реакция» по Демингу, «принцип постоянного улучшения» (цикл Деминга). Тезисно рассмотрим содержание этих разделов, поскольку они существенно дополняют современную философию качества.

Деминг отмечает “Семь смертельных болезней”, которыми страдает американская администрация и которые фатально ведут к неуспеху:

- ежегодные оценки деловых качеств;
- частая смена руководства высшего уровня с места работы;
- ориентация фирм исключительно на количественные показатели;
- потеря постоянства целей;
- акцент на краткосрочные прибыли;
- сверхвысокие социальные затраты;
- сверхвысокие затраты из-за возврата продукции.

Особенно неблагоприятны первые три условия. Базирующееся на них управление Деминг называет «управлением с помощью страха». Ежегодные рейтинги, по его мнению, противопоставляют людей друг другу, «отбивая» желание работать сообща, заставляют каждого думать только о себе, а не об интересах фирм. В течение нескольких недель после получения оценок люди, будучи возбужденными, не способны трудиться с полной отдачей.

В разделе «Трудности и фальстарты» рассматриваются две категории факторов.

Трудности: ожидание результатов от работы в области повышения качества в кратчайшие сроки; мнение, что автоматизация и компьютеризация помогут совершить скачок в области качества продукции; пренебрежение действиями, необходимыми для успешного выполнения программы повышения качества.

Фальстарты (они возникают всегда, когда стараются как можно быстрее получить успех): внедрили только одну часть программы менеджмента; при внедрении системы не поняли взаимосвязь 14 пунктов программы менеджмента или недооценили эту взаимосвязь; внедре-

ние системы начали с неправильных шагов. Указные категории приводят к тому, что работу по внедрению практически приходится начинать сначала.

В разделе «Цепная реакция» по Демингу показывается взаимосвязь между качеством труда, эффективностью производства и стабильностью положения работников предприятия, которая представлена в виде простой схемы (рис 1.7).

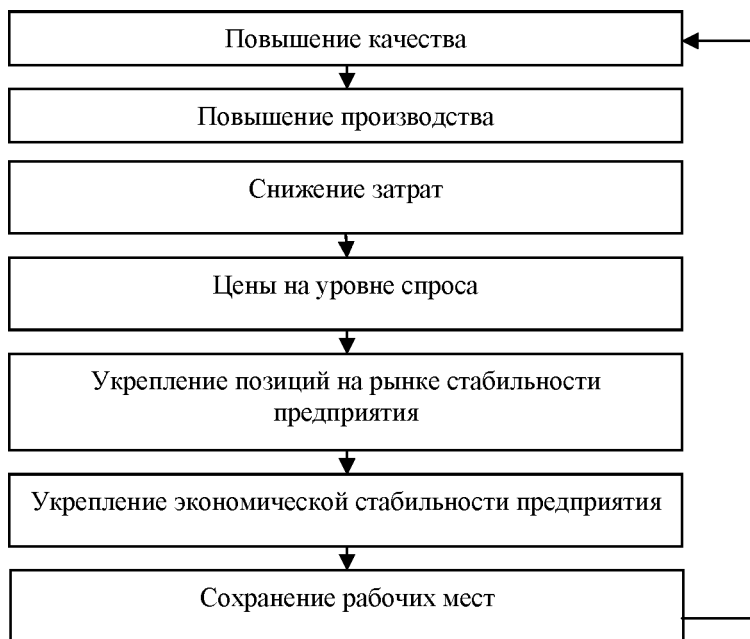


Рис. 1.7. «Цепная реакция» Деминга

Деминг считал, повышение качества в конечном счете приводит к сохранению рабочих мест, что улучшает мотивацию рабочих, приводит к новому повышению качества, и цикл повторяется.

В разделе “Принципы постоянного улучшения” (цикл Деминга) демонстрируется, как должен действовать руководитель, который использует принцип постоянного улучшения качества при решении любых задач.

Деятельность руководителя по улучшению качества включает 4 этапа:

- наблюдение (руководитель собирает информацию о деятельности своего подразделения, определяет, какие изменения в этой деятельности необходимы);
- разработка мероприятий (руководитель решает, какие организационные меры он должен принять, как вовлечь в эту работу подчиненных, какие меры по их мотивации он должен использовать);
- внедрение (руководитель наблюдает за ходом внедрения, контролирует действия подчиненных, собирает информацию для выполнения следующего этапа);
- анализ (руководитель анализирует результаты внедрения, накапливает опыт для следующего этапа наблюдений).

1.5 Качество как объект управления

Под управлением в широком смысле понимается общая функция организованных систем (биологических, технических, социальных и т.д.), обеспечивающая сохранение их структуры, поддержание их режима деятельности, реализацию ее программы, достижение цели.

Некоторые авторы в понятие “управление” включают не только целенаправленные управляющие воздействия, но и саму постановку цели, выработку политики, принятие решения. Другие связывают управление с упорядочением какого-либо многообразия или отождествляют понятие управления с понятием контроля, руководства, менеджмента.

При рассмотрении понятия качества как объекта управления необходимо оперировать такими понятиями, как:

- цель управления – это желаемое, возможное и необходимое состояние объекта управления, которое должно быть достигнуто в будущем. Процесс осознания и формулирования цели управления носит наименование – *целеполагание*. Он является одним из первых и важнейших элементов процесса управления;
- методы управления – это способы целенаправленного воздействия на объект управления в целях поддержания его устойчивости в заданных рамках функционирования и в процессе перевода из одного состояния в другое;

- принципы управления – это основные правила, основные требования, руководящая идея, которой следуют руководители в осуществлении управления. Они являются одной из основных форм сознательного использования объективных законов управления в практике;

- законы управления – это общие, существующие и необходимые связи, явления, изучаемые наукой управления. Объективность законов управления по отношению к субъективным факторам управления регламентирует взаимоотношения науки и искусства управления;

- функции управления – это своего рода “поля” управленческой деятельности, продукт процесса разделения и специализации труда в сфере управления. Функциями управления могут быть стандартизация, сертификация продуктов и систем качества, обеспечения единства измерений, аттестация испытательного оборудования и т.д.;

- объект управления – вся совокупность свойств (показателей) качества продукции, факторы и условия, определяющие их уровень, а также процессы формирования качества продукции;

- субъект управления – органы управления и отдельные лица, реализующие функции управления качеством в соответствии с установленными принципами и методами;

- система качества – совокупность организационных структур, методик, процессов и ресурсов, необходимых для осуществления общего руководства качеством.

Происходящие в мировой экономике процессы приводят к изменению роли качества в обеспечении конкурентоспособности. К этим процессам относятся следующие:

- качество продукта становится критическим показателем конкурентоспособности;

- увеличивается предложение потребителям;

- ускоряется снижение рыночной стоимости товара в процессе его жизни на рынке;

- обостряются экономические проблемы;

- ухудшается экологическая обстановка;

- усиливается международное распределение лидерства.

В условиях рыночной экономики система оценки качества продукции должна наиболее полно соответствовать особенностям рыноч-

ных отношений между производителями и потребителями. Для этого предполагается решение следующих задач:

1. Объективной оценки качества продукции на различных этапах взаимодействия разработчиков, изготовителей и потребителей с учетом взаимосвязи качества, количества и цены потребления.
2. Достаточно полного выявления свойств и показателей, характеризующих качество продукции, а также объективного отражения их в нормативно-технических документах на продукцию.
3. Оперативного получения всех необходимых объективных данных о качестве продукции, ее техническом уровне и конкурентоспособности на любом этапе жизненного цикла продукции.

При этом управление качеством имеет тесно связанные направления: стандартизация, сертификация и квалиметрия, взаимосвязь которых представлена на рис. 1.8 [12].

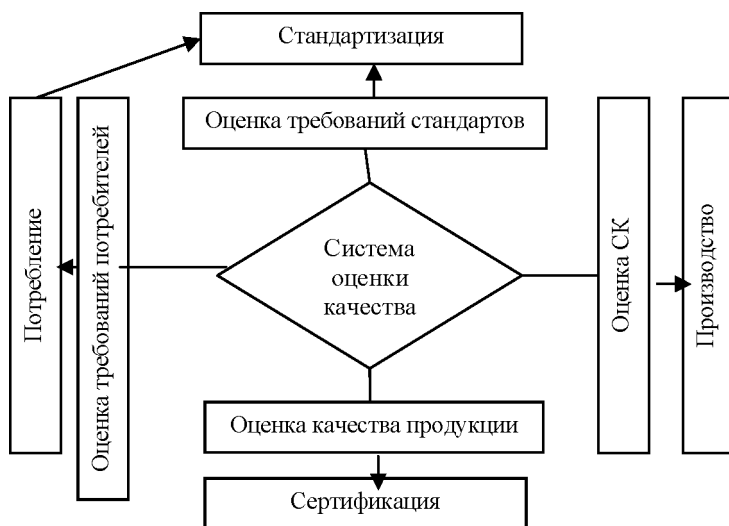


Рис. 1.8. Система оценки качества

Стандартизация – деятельность по установлению в нормативных документах (НД) определенных требований (норм, правил и характеристик). Устанавливаемые требования должны быть направлены на обеспечение:

1. Безопасности продукции, работ и услуг для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества.
2. Взаимозаменяемости продукции.
3. Качества продукции, работ и услуг в соответствии с уровнем развития науки, техники и технологии.
4. Единства измерений.
5. Экономии всех видов ресурсов.

Важнейшими результатами деятельности по стандартизации являются:

- повышение степени соответствия продукции, процессов и услуг их функциональному назначению;
- устранение барьеров в торговле и соответствие научно-техническому и экономическому сотрудничеству.

При этом результаты стандартизации по отношению к сертификации первичны, поскольку прежде чем подтверждать соответствие продукции установленным требованиям, необходимо эти требования разработать, обосновать и установить, а это возможно лишь при непосредственном использовании методов квалиметрии, при разработке и экспертизе требований стандартов, подготовке и проведении сертификации продукции на соответствие требованиям стандартов.

Сертификация – это деятельность, направленная на установление и фиксацию соответствия рассматриваемого объекта определенным требованиям, установленным в НД. Особые требования предъявляются к методическим основам оценки качества продукции, которые должны наиболее полно обеспечивать:

1. Возможность выявления комплексного анализа и достоверной оценки всей совокупности потребительских свойств, безопасности и экологичности продукции.
2. Создание на основе проведенной оценки предпосылок для социальной защиты потребителя от функционально и экологически опасной продукции, а также от несоответствия реальной цены на продукцию ее качеству.

Квалиметрия – это научная дисциплина, которая изучает проблематику и методологию количественного и качественного оценивания объектов различной природы. В ее рамках формируется и развивается система методов измерения свойств продукции и оценки ее качества.

Среди основных научных проблем, требующих немедленного решения, можно назвать:

- Совершенствование методов оценки качества продукции с учетом взаимосвязи, условий ее использования и цены потребителя.

- Систематизация свойств и показателей, характеризующих качество конкретных групп продукции с учетом современных требований к ее качеству и цены потребителя.

- Формирование состава актуальных задач оценки качества продукции на различных стадиях жизненного цикла продукции и соответствие методического, информационного и программного обеспечения для решения типовых задач.

- Разработка методических основ оценки полноты и достоверности отражения в нормативно-технической документации на сертифицированную продукцию, показателей ее безопасности и экологичности методов и средств их проверки.

Вышеизложенные направления управления качеством наиболее эффективно решаются с использованием статистических методов. Так, в системе оценивающие статистические методы применяются для решения следующих задач:

1. Оценка статистической точности определения комплексных и обобщенных показателей качества.

2. Построение моделей статистического контроля в форме статистических зависимостей общего показателя качества эффективности от частных показателей с помощью методов регрессионного, факторного, дисперсионного анализа.

3. Статистическая классификация качеств технологии и объектов техники.

4. Статистическое определение коэффициентов весомости.

5. Построение прогнозных баз оценки с помощью статистической экстраполяции, временных рядов, динамики оценочных показателей.

6. Построение эталонно-нормативной базы оценки.

7. Оценка стабильности качества производства и продукции.

Вышеизложенное позволяет сделать вывод о том, что качество как объект управления представляет собой сложную многоаспектную систему. Оно определяется специфическими показателями и характеристиками, которыми необходимо управлять для того, чтобы удовлетворять постоянно растущие запросы потребителей, обеспечивая успех своего предприятия на рынках сбыта.

Контрольные вопросы

1. Какими обстоятельствами определяется необходимость обеспечения качества отечественной продукции?
2. Раскройте содержание этапов понимания качества.
3. Назовите известные вам взгляды на качество известных специалистов в области качества.
4. Перечислите современные трактовки категории «качество» по группам.
5. Назовите основные аспекты качества, которые рассматривали в своих работах русские ученые.
6. Почему в современных условиях большинство ученых и специалистов связывают понятие «качество» с удовлетворенностью потребителей?
7. Дайте определение категории «качество» в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9000:2001.
8. Каков жизненный цикл обеспечения качества?
9. Представьте понятие «качество» в виде пирамиды и раскройте его сущность.
10. Какими факторами определяется успех качества?
11. Раскройте содержание основных этапов эволюции обеспечения качества.
12. Изложите основные концептуальные аспекты проблем качества.
13. Назовите основные объекты качества.
14. Раскройте содержание понятия «качество» как совокупность потребительских полезностей.
15. Каковы основные аспекты менеджмента качества?
16. В чем заключается сущность проблемы качества, связанная с обучением?
17. Раскройте содержание современной философии качества.
18. Что означает понятие качество цели и качество исполнения?
19. В чем отличие показателей качества продукции и услуг?
20. Как оценивается удовлетворенность потребителя?
21. На основе каких направлений должна базироваться система оценки качества в задачах управления?
22. Назовите основные тенденции в области управления качеством.

2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И ПОЛОЖЕНИЯ О КВАЛИМЕТРИИ

2.1. История и современное состояние квалиметрии

Квалиметрия (от латинского «квали» - какой, какого качества и древнегреческого «метро» – мерить, измерять) – научная дисциплина, изучающая методологию и проблематику количественного оценивания качества объектов любой природы.

Объектом квалиметрии является любой предмет, процесс, явление – материальный или мыслительный, одушевленный или неодушевленный, естественный или искусственный, продукт труда или продукт природы.

Квалиметрия подразделяется на прикладную или теоретическую. Прикладная – разрабатывает методы количественной оценки качества для конкретных видов объектов. Теоретическая – исследует общие вопросы методологии и проблематику количественного оценивания качества не конкретных объектов, а абстрактного математического понятия «объект».

Квалиметрия сформировалась как раздел метрологии. При этом, если метрология – наука об измерении физических величин, то квалиметрия – об измерении показателей качества (показатели назначения, надежности, эргономические, эстетические и другие).

Каждый объект может быть рассмотрен с двух сторон: что такое этот объект и каково его качество. Измерение характеристик сущности объекта – задача метрологии. Измерение степени соответствия качества объекта требованиям потребителей – задача квалиметрии. Квалиметрия, решая проблему измерения точной и объективной характеристики качества продукции, составляет теоретическое ядро, основу всей науки о качестве.

Возникновение квалиметрии, составной части науки о качестве, можно рассматривать как проявление общего и закономерного процесса расширения сферы использования количественных методов в научной и вообще познавательной деятельности. Это то, о чем говорил Д.И. Менделеев: «Наука начинается с тех пор, как начинают измерять», а до него Галилей: «Надо измерять все измеряемое и делать измеряемым то, что пока еще не поддается измерению», а еще раньше Платон: «Если исключить из любой науки математику и измерения, то немного после этого в ней останется». В наше время по существу ту

же мысль, только несколько иначе, выразил отечественный математик Д.Б. Юдин: «Качество – это еще непознанное количество».

В современной науке об управлении сформулированы пять необходимых и достаточных условий обеспечения успешности любой работы. Их можно представить в виде схемы «дерево условий» (рис. 2.1).

УСПЕХ работы	Люди МОГУТ успешно работать	Они ЗНАЮТ, как успешно работать
		Они УМЕЮТ успешно работать
		Они УСПЕВАЮТ успешно работать
	Люди ХОТЯТ успешно работать	ОЦЕНИВАЮТ успешность их работы
		СТИМУЛИРУЮТ успешность их работы

Рис. 2.1. Условия обеспечения успешности любой работы

Четыре из этих пяти условий (знать, уметь, успевать, стимулировать) обеспечить относительно легко: существуют нормативные документы (справочники нормировщика, тарифно-квалификационные справочники), необходимые для проведения соответствующих расчетов (условия «успевать», «уметь»); для обеспечения условия «знать» нужно только четко поставить задачу исполнителям работы; для соблюдения условия «стимулировать» в распоряжении любого руководителя имеется достаточно широкий спектр стимулирующих воздействий на подчиненных.

Совершенно иное положение складывается применительно к условию «оценивать». Ведь оценивать нужно работу, которая характеризуется тремя параметрами – количеством, затратами и качеством. Относительно первых двух параметров можно утверждать, что их численное оценивание не представляет принципиальных трудностей. Проблема оценивания качества труда связана с результатами этого труда, которыми могут быть продукция, услуги, информация, энергия.

Практическая потребность в методиках оценки качества продукции обусловлена насыщением рынка огромным числом товаров одного и того же назначения, но с разной степенью эффективности их использования. Потребителю понадобится инструмент, с помощью

которого он мог бы осуществить выбор лучшего из предлагаемого на рынке многообразия изделий. При этом решение проблемы количественного оценивания качества до сравнительно недавнего времени методологически было обеспечено плохо, т.е. создавались отдельные, разрозненные методики количественного оценивания качества, не имеющие сколько-нибудь надежного и единого обеспечения. И, как результат, количественные оценки качества одного и того же объекта, подсчитанные по разным таким методикам, могли резко отличаться друг от друга.

Поэтому в 50-60-е годы XX века (годы начала научно-технической революции и развития кибернетических моделей управления) во всех промышленно развитых странах появилась потребность в научном обосновании методов количественного оценивания качества производственной деятельности и ее результатов.

Зарождение квалиметрии можно рассматривать как закономерный ответ на существование весьма актуальной потребности в обобщении и совершенствовании методов количественного оценивания качества.

Почему же квалиметрия как самостоятельная научная дисциплина зародилась лишь в 60-х годах XX века, а не раньше?

Для этого существовали две основные причины [6, 7]. Первая причина (условно назовем ее «теоретической») – эволюционное развитие понятия термина «качество». В зависимости от трактовки этого понятия впоследствии и решался вопрос о необходимости и возможности его количественного оценивания. Трактовки понятия термина «качество» подробно изложены в главе 1.

Естественно, когда в XX веке эта трактовка постепенно стала сначала преобладающей, а затем почти единственной, и появилась практическая потребность в многочисленных методиках количественного оценивания качества. А затем, как следствие, потребность в специальной дисциплине «Квалиметрия», обеспечивающей научное обоснование этих методик.

Вторую причину условно назовем «практической».

Первая методика количественного оценивания качества была разработана в 1907 году известным механиком и кораблестроителем академиком А.Н. Крыловым. С помощью этой методики он решил задачу выбора лучшего из многих представленных на международный конкурс проектов военных кораблей. Лучшего не по одному, а по совокупности основных свойств, т.е. по качеству: скорости, огневой

мощи, защищенности и др. Такой выбор был необходим для восстановления русского флота после его больших потерь во время русско-японской войны.

В 20-х годах XX века в СССР для обеспечения технического прогресса и улучшения качества выпускаемой продукции появились другие методики оценивания качества различных видов продукции. Они основывались на совершенно ином подходе. Если для оценивания боевых кораблей был применен так называемый «аналитический» метод, то здесь для оценивания качества использовалась одна из разновидностей экспертного способа.

Аналогичный в принципе подход применялся для оценивания качества некоторых процессов. Для некоторых видов товаров широкого потребления были разработаны различные так называемые «сравнительные коэффициенты качества», имевшие нормативный характер.

В 30-е годы XX века сфера приложения экспертных методов оценивания качества расширялась: они стали включаться в некоторые отраслевые и государственные стандарты: в методики оценивания пищевых продуктов, промышленных товаров народного потребления, а также для оценивания качества продукции производственного назначения – тракторов и различных видов сельскохозяйственных машин.

В 50-е годы XX века число методик оценивания качества возросло еще в большей степени в различных сферах деятельности. Однако квалиметрия как самостоятельная научная дисциплина в этот период еще не сформировалась. По-видимому, здесь проявилась общая закономерность, относящаяся к условиям становления большинства новых разделов научных исследований.

Практически аналогичная ситуация в области количественного оценивания качества складывалась и за рубежом.

И наступило время, когда кто-то должен был осознать необходимость анализа, обоснования и обобщения накопленного ранее большого эмпирического материала в рамках отдельной научной дисциплины.

Так случилось, что первой к этой мысли пришла группа отечественных инженеров, архитекторов, дизайнеров и экономистов. Это были Г.Г. Азгальдов, А.В. Гличев, З.Н. Крапивенский, Ю.П. Кураченко, В.П. Панов, М.В. Федоров, Д.М. Шпекторов. Собравшись в ноябре 1967 г. в Москве на неофициальный симпозиум, они пришли к следующим выводам [22]:

1. Все они в методологическом плане занимаются одним и тем же: пытаются количественно выразить качество.

2. В этой деятельности перед ними стоят одни и те же научные проблемы, а применяемый ими инструментарий базируется на некоторых общих и схожих принципах.

3. Для более успешного решения этих проблем и совершенствования применяемого инструментария целесообразно объединить усилия исследователей, занимающихся оценением качества как у нас в стране, так и за рубежом.

4. Подобное объединение усилий наиболее продуктивно может быть осуществлено в рамках совместной научной деятельности, удовлетворяющей всем условиям для того, чтобы считаться самостоятельной научной дисциплиной.

5. Самое подходящее название для этой дисциплины – квалиметрия. Корень «метро» стал общеупотребительным в международном научном лексиконе. Что же касается корня «квали», то производные от него как в русском языке (квалификация, квалифицировать и т.д.), так и в языках большинства стран мира означают «качество». Например, в английском – «кволити», в испанском – «квалидаз», во французском – «калите», в немецком – «квалитет», в японском – «квалита».

Таким образом, термин «квалиметрия» очень удобен: он лаконичен и достаточно точно передает содержание понятия «измерение качества»; характер термина позволяет легко образовывать любые нужные производные слова: например, инженер, исследователь, занимающийся квалиметрией – квалиметролог; подход к изучению какого-то объекта, с точки зрения измерения, оценивания его качества – квалиметрический подход и т.д.

Рождением научной дисциплины «Квалиметрия» можно считать 1968 год, когда появилась первая публикация «Квалиметрия – наука об измерении качества продукции» в №1 за 1968 г. журнала «Стандарты и качество», авторы Г.Г. Азгальдов, А.В. Гличев, В.П. Панов и другие участники симпозиума. По этой статье в течение 1968 г. на страницах того же журнала была проведена международная дискуссия, подавляющее число участников которой поддержали идею о становлении новой научной дисциплины.

Инициатива советских специалистов получила и определенное международное признание. Так, например, уже с самого возникновения квалиметрии, начиная с 15-й международной конференции Евро-

пейской организации по контролю качества (1971 г.) вопросы квалиметрии стали систематически обсуждаться на международных научно-технических конференциях. Например, в Осло (1974 г.), в Варне (1977 г.), в Мадриде (1983 г.), в Москве (1988 г.). В Азии секция квалиметрии впервые функционировала на очередном конгрессе Азиатского общества качества (Дели, 1989 г.).

За рубежом термин «квалиметрия» не очень распространен. Отдельные научные круги пытаются игнорировать приоритет нашей страны в зарождении и становлении этой области науки. Так, в начале 90-х годов в Москве состоялся представительный форум международных научных обществ экономического профиля. На одной из секций от группы авторов из Германии и Израиля был представлен как весьма новаторский доклад по принципам и методологии оценки качества. В докладе практически дословно повторялись те разработки по теории квалиметрии, которые были выполнены у нас в стране за 20 лет до этого. Но самое главное, в упомянутом докладе не был назван ни один из отечественных исследователей и ни разу не назван термин «квалиметрия».

Квалиметрическая информация используется для обоснования решений, принимаемых при управлении качеством продукции и стандартизации. Никакая система управления качеством продукции не может эффективно функционировать без оценки качества продукции. При этом количественная оценка качества продукции представляется одним из обязательных атрибутов рыночных отношений. Она позволяет определить конкурентоспособность и возможность сбыта продукции, установить взаимосвязь качества и цены, сделать анализ качества процессов производства, определить пути совершенствования продукции и сокращения затрат. Совершенствование квалиметрии явилось результатом различных представлений о ее предмете и содержании, к главным чертам которых относятся:

- представление о квалиметрии только как о теории количественных методов оценки;
- сужение предмета квалиметрии до области измерений и оценивания качества объектов, являющихся продуктом труда, или до проблемы построения комплексных показателей качества;
- расширение предмета квалиметрии, распространение его на качественно неизмеримые объекты;
- акцент в предмете «квалиметрия» на внеэкономических методах оценивания.

Один из основателей квалиметрии, Г.Г. Азгальдов, видит ее будущее:

- в расширении сферы применения квалиметрии как при уточнении используемой информации, так и при выборе лучшего варианта многокритериального решения;
- в углублении квалиметрического анализа (по степени охвата решаемых задач);
- в совершенствовании технологий оценивания качества, базирующихся на информационных технологиях.

Внедрение квалиметрических методов создает действенный аппарат выбора лучших вариантов многокритериальных решений во всех сферах управления качеством.

2.2. Системные понятия и определения в квалиметрии

Квалиметрический аспект категории качества требует рассмотрения ее во взаимосвязи с такими системными понятиями (асpekтами), как свойство, структурность, динамичность и т.д.

1. *Аспект свойства*. Анализ взаимосвязей понятий качества и свойства показывает, что они взаимообусловлены и могут быть правильно поняты только при рассмотрении их с системных позиций. Исходя из этого, различают две трактовки свойства – атрибутивную и функционально-кибернетическую, находящиеся в взаимной дополнителности по отношению друг к другу.

Атрибутивная трактовка свойства отражает взаимодействие в системе объект – объект. В ней свойства выступают как результат познания определенного признака, принадлежащего данному объекту. Синонимы свойства – атрибут, особенность, черта и т.д. При этом само качество выступает как сложное свойство.

Функционально-кибернетическая трактовка раскрывает свойство через взаимодействие в системе объект – объект или объект – среда. Синонимами свойства являются способность, возможность, функция и т.д. Здесь свойство оказывается связанным через взаимодействие с формами движения. При этом типы свойств одновременно несут информацию об особенностях взаимодействия объекта и формах движения, в которые данный объект вовлечен.

Свойство в этой интерпретации предстает как динамический элемент качества, как «функция времени».

Деление взаимодействий на внутренние и внешние по отношению к объекту как целому обуславливает деление свойств на внутренние и внешние.

Взаимодействие внутренних свойств – это источник появления новых свойств у целого, т.е. целостных, эмерджентных свойств. Появляется новое количество у целого объекта по отношению к качествам частей. Это явление и составляет содержание принципа целостности.

Взаимодействие внешних свойств (взаимодействие объекта как целого с внешней средой) – это источник изменения свойств во времени, динамичности качества. К таким внешним средам по отношению к создаваемым объектам (процессам) относятся проектная, производственная и эксплуатационная среды.

2. Аспект структурности. Совокупность свойств объекта (процесса) есть многоуровневая (иерархическая) система свойств. Взаимодействие внутренних свойств качества частей объекта характеризует внутреннюю структуру качества, а множество внешних взаимодействий – внешнюю структуру качества. Раскрытие структурности качества связано с его декомпозицией или только в терминах свойств (построение «дерева или графа свойств») или в терминах качества частей (построение «дерева или графа качества частей» (элементов)). Первый тип структурности качества называется функциональной структурностью, в соответствии с которой качество предстает как структурно-расчлененная совокупность свойств (функций), а второй – морфологической структурностью. С первым типом структурности связаны понятия «качество 0-го уровня», «качество i -го уровня» и т.п. При этом «качество 0-го уровня» есть наиболее общее свойство, «качество i -го уровня» отражает первый этап декомпозиции качества и т.д. (рис. 2.2).

Со структурностью качества связано понятие *функциональных* свойств или свойств-функций. Функциональные свойства – это свойства верхних структурных уровней качества, определяющих назначение объекта (процесса), его функцию (функции). Этот аспект утверждает, что качество по определенным свойствам и в рамках определенных условий, несмотря на различие в структурах, может рассматриваться как эквивалентное и носит многоуровневый характер. Чем больше свойств и уровней качества включено в отношение, тем уже множество, на котором оно реализуется.

3. Аспект количества. Особенность развиваемого понимания взаимодействия качества и количества состоит в более диффе-

ренцированном раскрытии понятия количества, связанном с его делением на *интенсивное* и *экстенсивное* качества [51], позволяющие глубже осмыслить его взаимодействие с качеством.

Интенсивное качество представляет внутреннее количество качества, характеризующее развитость, интенсивность свойств. Изменение, развитие свойств – это есть изменение их интенсивности. Поэтому интенсивное качество является «количеством внутри качества» (внутренним количеством) и определяет принципиальную измеримость качества.

Экстенсивное качество является характеристикой совокупности однородных качеств (например, объем партии продукции, количество изделий и т.д.). Экстенсивное качество является количеством «вне качества» (внешним количеством).

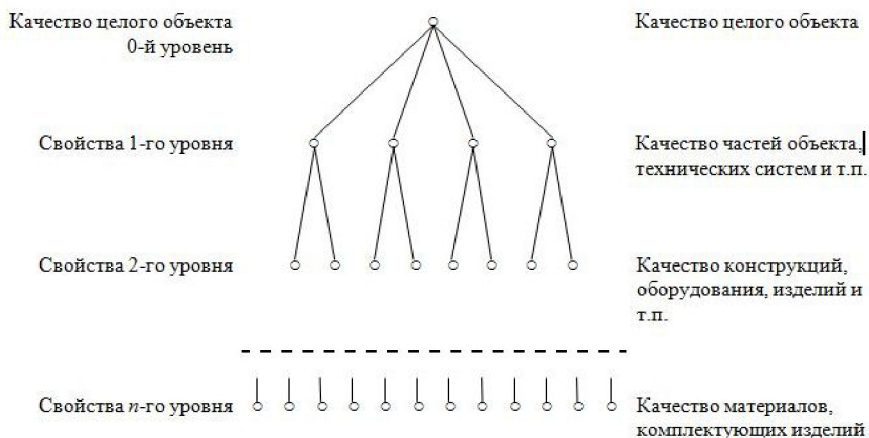


Рис. 2.2. Иерархическая структура качества

Принцип единства качества и количества предстает как единство двух принципов: единства качества и интенсивности количества и единства количества и экстенсивности качества. Первый принцип определяет количественность качества и служит системно-методологическим основанием принципиальной измеримости качества и соответственно существования квалиметрии как научного направления. Второй определяет качественную количественность, т.е. формирование количества качества. Данное деление категории «количество» проясняет связь проблем повышения эффективности произ-

водства и качества. Курс на повышение эффективности производства, всемерное использование интенсивных факторов развития есть курс на использование «внутреннего количества» в качестве, на улучшение свойств объектов и процессов, на более полное использование тех потенциалов, которые в них заложены.

4. Аспект границы. Качество объекта подразумевает наличие границ: функциональных, экономических, пространственно-временных и т.п. Граница качества является отражением единства качества и интенсивного количества и связана с переходом объекта в качественно другое состояние с исчезновением данного качества.

Граница качества так же, как и свойства, двояко обусловлена: внутренней структурой и внешними взаимодействиями. Среди границ качества создаваемых человеком объектов особое место принадлежит границам, определяемым взаимодействием с человеком. Это границы, формируемые критериями пригодности и приспособленности, нашедшими отражение в приведенных определениях качества (см. раздел 1). К ним относятся технические, технологические, экономические и т.п. требования (ограничения). Нарушение данных границ означает нарушение требований к свойствам объекта, предъявляемых человеком, т.е. нарушение отношений пригодности (приспособленности). В зависимости от классов свойств могут различаться функциональная пригодность, технологическая пригодность, экономическая пригодность и т.п.

5. Аспект динамичности. Понятие динамичности качества раскрывается как изменение интенсивности свойств и соответственного интенсивного количества во времени.

Развертывание аспекта динамичности качества приводит к двум взаимосвязанным принципам: *отражение* и *жизненный цикл*.

Принцип *отражение* фиксирует отражение (перенос) качества процесса на качество результата, формирующегося на выходе этого процесса. Он имеет смысл системного наследования: качество процесса продуцирует качество результата, или, что то же самое, качество результата наследует качество процесса.

Жизненный цикл объекта образует цикл его качества. Он состоит из основных этапов: проектирование, производство, эксплуатация. При этом каждый этап представляет собой комплексные процессы, поэтому по отношению к жизненному циклу принцип отражения раскрывается как цепочка отражений качеств процессов в качествах соответствующих результатов (рис. 2.3).

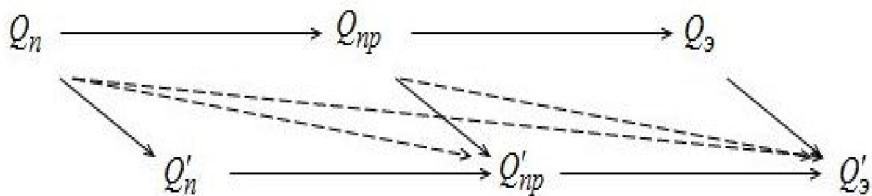


Рис. 2.3. Аспект динамичности качества

Здесь Q_n , Q_{np} , $Q_э$ – качество процессов проектирования, производства, эксплуатации соответственно, а Q'_n , Q'_{np} , $Q'_э$ – проектное, производственное, эксплуатационное качество продуктов труда соответственно. Таким образом, в жизненном цикле объекта происходит отображение

$$\langle Q_n, Q_{np}, Q_э \rangle \rightarrow \langle Q'_n, Q'_{np}, Q'_э \rangle. \quad (2.1)$$

Это означает, что качество жизненного цикла объекта отображается в обобщенном динамическом качестве самого объекта.

6. Аспект раскрытия содержания совокупности свойств. Как известно, любой объект или процесс обладает бесконечным количеством свойств. Однако при проведении оценки выделяется ограниченное количество свойств, которые в первую очередь участвуют в формировании отношений пригодности и приспособленности, т.е. те свойства, которые определяют возможность изготовления, удовлетворение потребителей, выполнение заданных целей и задач. На рис. 2.4 приведена общая классификация свойств [39] с указанием признаков классификации. Особое место в оценке качества занимает выделение подмножества основных свойств – носителя качества [25].

Вышеизложенное содержание взаимосвязей категории «качество» с другими понятиями позволяет сделать следующие выводы.

Качество – сложная многоаспектная категория, раскрывающаяся через систему внешних и внутренних моментов: она не может быть однозначно определена одним каким-либо показателем. Поэтому категория «качества» определяется через систему суждений-определителей.



Рис. 2.4. Общая классификация свойств

Определение 1. Категория (*Kat*) качества есть система (единство) ее частных суждений-определителей:

$$Kat(Q) = \langle A, B, B, \Gamma, D, E, \mathcal{K} \rangle, \quad (2.2)$$

- где
- A – качество есть совокупность свойств (аспект свойства);
 - B – качество структурно, представляет собой иерархическую систему свойств или качеств частей объекта (аспект структурности);
 - B – качество есть динамическая система свойств (аспект динамичности);
 - Γ – качество – это существенная определенность объекта (аспект определенности);
 - D – качество – основа существования объекта (процесса);

Е – качество обуславливает единичность объекта, его специфичность, целостность, упорядоченность, определенность, устойчивость (аспект спецификации);

Ж – качество создаваемых человеком (обществом) объектов и процессов ценно (аспект ценности).

Ключевыми понятиями квалиметрии являются измерение и оценивание качества. Введем ряд важных определений, раскрывающих эти понятия.

Определение 2. *Мера качества* – это есть отражение качества Q или его подмножеств – отдельных свойств или их групп $\{r_i\} \subset Q$ – 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

$$\mu : Q \rightarrow Re \text{ или } \mu : \{r_i\} \rightarrow Re. \quad (2.3)$$

Иными словами, мера качества рассматривается как отображение измерения, приписывающее качеству, свойству или группе свойств число. Синонимом меры качества является *показатель качества*: $\mu \sim p$. Это означает, что пространство мер качества μ может трактоваться как пространство показателей качества p .

В формуле (2.3) вместо множества вещественных чисел Re можно использовать множество семантических (смысловых) единиц Se типа «отличный», «пригодный», «эффективный» и т.д. Такая мера называется *семантической мерой* качества. Если ее обозначить символом S , то в символической записи она будет выглядеть как

$$S : Q \rightarrow Se \text{ или } S : \{r_i\} \rightarrow Se. \quad (2.4)$$

К основным типам мер качества относятся *шкалирование* и *свертывание*.

Определение 3. *Шкалированием* называется мера качества, вводящая упорядочивающие отношения на измеряемом множестве свойств $\{r_i\}$ или их мер $\{\mu_i\}$. Шкалирование на множестве мер называется *производным шкалированием*. Его синоним – «функциональное» преобразование шкал. Понятию семантической меры соответствует семантическое шкалирование.

К понятию квалиметрического шкалирования относятся все типы шкалирований: метрического (отношений, разности, интервального), порядного, номинального, семантического (вербального) и их различных сочетаний. К производным метрическим шкалированиям относятся линейные, логарифмические, экспоненциальные и т.п. шкалирования.

Особое место в шкалировании занимают *предикаты пригодности*. Обычно их обозначают символом [52] «уголков», который означает, что выражение, замкнутое этими уголками, принимает два значения: «1» (его семантический эквивалент – «хорошо», «пригодно», «удовлетворительно» и т.п.) или «0» (его семантический эквивалент – «плохо», «непригодно», «неудовлетворительно» и т.п.). Например, $|p_i \leq p_i^0|$ означает, что выражение «фактические значения показателя качества p_i не строго «меньше базового значения p_i^0 показателя качества» выполняется. Понятию предикатов пригодности соответствует *альтернативное шкалирование*, которое имеет количественный и семантический эквиваленты. Предикаты пригодности формализуют оценочные отношения пригодности и соответственно границы качества.

Определение 4. *Квалиметрической шкалой* называется тройка формальных объектов: исходное множество измеряемых свойств $\{x_i\}$ или их мер $\{\mu_i\}$, $i = \overline{1, n}$, множество отображений шкалирования $\{\gamma\}$ и множество значений отображений шкалирования γ :

$$\langle \{x\}, \{\gamma\}, \gamma \rangle \text{ или } \langle \{\mu\}, \{\gamma\}, \gamma \rangle. \quad (2.5)$$

Семантическому шкалированию соответствует понятие семантической квалиметрической шкалы, в которой множество значений представлено множеством семантических единиц. Классификации отображений шкалирования соответствует классификация квалиметрических шкал. Например, шкалы могут быть номинальными, порядковыми, метрическими, балльными, семантическими и т.п. Более подробно квалиметрические шкалы рассматриваются в главе 3.

Определение 5. *Свертывание мер качества (свойств)* есть объединение (обобщение, агрегатирование) мер качества (свойств), осуществляемое по тому или иному закону (алгоритму). Вводятся понятия «операционное свертывание» и «статистическое свертывание».

Операционное свертывание есть объединение мер качества (свойств), построенных на разнородных простых или сложных свойствах (мерах). На основе этого понятия формируются понятия комплексных, групповых показателей качества.

Статистическое свертывание является объединением мер качества (свойств), построенных на однородных свойствах или подмножествах свойств качества, их мерах. На основе этого понятия формируются понятия обобщенных показателей качества объекта.

Определение 6. *Измерение качества* (свойств) есть построение мер качества (свойств) и получение их значений с помощью специальных алгоритмов (измерителей). Таким образом, измерение качества, построение и определение значений мер (показателей) качества рассматриваются как синонимы.

Измерение качества осуществляется всегда в рамках определенной системы соизмерения, включающей в себя систему сравнения и субъекта-соизмерителя.

Определение 7. *Сравнение* есть действие, посредством которого устанавливается соответствие – сходство и различие качеств объектов (процессов) и свойств.

Сравнение предполагает наличие *базы сравнения*. В качестве базы сравнения могут выступать: эталоны метрического измерения свойств (метрологические эталоны, единицы интенсивного количества – метры, килограммы, киловатты и т.п.), квалиметрические единицы, одно из сравниваемых свойств (качеств) по отношению к другому, эталон качества (аналог, цель, прототип и т.п.).

Определение 8. *Оценивание (оценка)* качества – это особый тип функции управления (деятельности), направленной на формирование ценностных суждений об объекте оценки, под которым подразумевается качество, определенные подмножества свойств или отдельное свойство.

Из определения оценки следует ее сложная взаимосвязь с понятием измерения качества. С одной стороны, оценка выступает частным случаем меры и, следовательно, измерения качества $\{0\} \subset \{\mu\}$, а с другой стороны, операции измерения качества являются компонентами процедуры оценивания.

Таким образом, между оценкой и измерением качества наблюдается диалектическая связь: оценка качества является частным случаем измерения качества и, соответственно, частным случаем меры

качества, в свою очередь, измерения и меры качества являются элементами процедуры оценки (оценивания).

Определение 9. *Уровень качества* – это относительная мера качества. Следует различать сравнительный и абсолютный уровни качества.

Сравнительный уровень качества – это система значений мер качества объекта (процесса, технологии), определенная на основе соотношения с базовыми (эталонными) значениями мер. При этом при сравнении с базой оценки можно применять любые квалиметрические шкалы.

Абсолютный уровень формируется в результате измерения качества объекта и характеризуется абсолютными значениями оценочных показателей. Понятие абсолютного уровня отражает интенсивное количество («внутреннее количество») качества. Например, точность измерения, погрешность, масса прибора и т.п. определяют его абсолютный уровень качества.

В зависимости от класса свойств и показателей качества могут различаться технический, экономический, экологический и т.п. уровни.

2.3. Концептуальные положения современной квалиметрии

Исходя из современных требований могут быть сформулированы следующие концептуальные положения современной квалиметрии.

1. Квалиметрия позволяет получить информацию о качестве оцениваемого объекта на любой стадии его жизненного цикла в количественной и качественной формах.

2. Основными методическими принципами квалиметрии являются:

- принцип измеримости свойств и оцениваемость качества объекта как на уровне отдельно взятых свойств, так и на уровне всей совокупности свойств, образующих качество объекта в целом;
- принцип сопоставимости качества объекта и качества отдельно взятого эталонного образца или их совокупности;
- принцип сравнимости качества конкурирующих вариантов различных исполнений объекта одного и того же вида;
- принцип достоверности результатов измерения и оценки, реализуемый путем объективных измерений.

3. Квалиметрия формируется и развивается в двух взаимосвязанных областях: в области теоретической квалиметрии формируются общие принципы, методы и средства оценки качества; в области прикладной квалиметрии формируется с учетом положений теоретической квалиметрии рабочий инструментарий для оценки конкретных объектов.

4. В квалиметрии объектами оценки являются: любой продукт, процесс, качество готовой продукции, требования потребителей, требования действующего, разрабатываемого или обновляемого стандарта, система качества, действующая на предприятии-изготовителе данной продукции.

5. Взаимосвязь между качеством и определяющими его свойствами – сложными и простыми – может быть представлена в виде иерархической структуры (дерева свойств), на самом низком уровне которой находится качество (как наиболее общее, сложное свойство объекта), а на самом высоком уровне – простые свойства.

6. Отдельные свойства (любые простые и некоторые сложные) могут быть измерены в специфических для каждого свойства единицах измерения. В результате такого измерения определяются значения абсолютных показателей свойства Q_i ($i = 1, \dots, n$ – количество свойств объекта).

Каждое простое свойство характеризуется относительным показателем K_i , выражающим уровень проявления свойств относительно некоторого базового (эталонного) $Q_i^{\text{ЭТ}}$ и браковочного $Q_i^{\text{БР}}$ показателей:

$$K_i = \frac{Q_i - Q_i^{\text{БР}}}{Q_i^{\text{ЭТ}} - Q_i^{\text{БР}}} . \quad (2.6)$$

Величины $Q_i^{\text{ЭТ}}$ и $Q_i^{\text{БР}}$ отражают уровень меняющихся во времени общественных потребностей, а K_i характеризует степень удовлетворения потребности в данном свойстве объекта.

7. Каждое простое или сложное свойство объекта количественно характеризуется своей весомостью (важностью) среди всех остальных свойств – коэффициентом весомости M_i .

8. Значение уровня качества может быть представлено как некоторая функция

$$K = f(K_i, M_i). \quad (2.7)$$

Функция f может выражать различные зависимости (средневзвешенные величины, полином и т.д.). При выполнении некоторых достаточно нежестких ограничений функция f может быть представлена выражением

$$K = \sum_{i=0}^n K_i M_i. \quad (2.8)$$

Кроме того, K может быть представлен не в скалярной, а в векторной форме в виде вектора в n -мерном пространстве.

9. К основным факторам, влияющим на классификацию продукции применительно к условиям оценки ее качества, относятся сферы изготовления и реализации этой продукции, способы и формы ее использования по назначению. Эти факторы, являясь признаками классификации продукции с позиций квалиметрии, определяют выбор соответствующих каждому виду продукции состава ее свойств, оценочных показателей, задач и методов оценки качества.

Специфические особенности видов продукции, установленных по указанным признакам классификации применительно к задачам оценки ее качества, представлены на рис.2.5.

Использование приведенной классификации играет существенную роль при системном анализе качества продукции, формировании системы показателей ее качества при стандартизации, выборе схем сертификации, установлении перечней продукции, подлежащей сертификации, и решении других задач стандартизации, сертификации и оценки качества продукции.

10. Современная квалиметрия должна быть следующей:

- обеспечить результат измерения и оценки качества, позволяющий устанавливать возможности и пути повышения полезного эффекта от использования продукции по назначению;
- пригодной для установления и анализа динамики качества продукции с учетом разнообразия видов потребностей и условий потребления;
- предусматривать связь оценки качества продукции с экономическими стимулами, политикой и практикой ценообразования, затратами в сфере потребления продукции.



Рис. 2.5. Классификация видов продукции

2.4. Задачи и проблемы квалиметрии

Основные задачи квалиметрии:

- обоснование и выбор показателей качества (ПК) объектов и их оптимизации;
- разработка принципов построения обобщенных ПК и обоснование условий их использования в задачах стандартизации и управления качеством;
- разработка методик количественного оценивания качества объектов и способов выполнения отдельных операций в ходе этой работы.

Состав задач современной квалиметрии качества зависит от цели оценки, вида продукции, условий ее производства, эксплуатации или потребления, а также от модели системы качества, действующей на предприятии.

Основными целями квалиметрии качества являются:

- на стадии маркетинговых исследований – установление соответствия качества продукции (КП) текущим и перспективным потребностям с учетом уровня ее рыночной новизны;
- на стадии разработки – установление технического уровня и конкурентоспособности продукции;
- на стадии производства – установление уровня качества осваиваемой, выпускаемой и обновляемой продукции с учетом уровня ее производственной новизны и стабильности технологического процесса;
- на стадии эксплуатации – установление нового технологического уровня и качества реализуемой и эксплуатируемой продукции с учетом динамично меняющейся конъюнктуры рынка и мероприятий по поддержанию КП при ее использовании, техобслуживании и ремонте.

В соответствии с целями квалиметрии качества задача оценки КП может быть подразделена:

- на предпроектные задачи;
- проектные задачи;
- производственные задачи;
- эксплуатационные задачи.

Предпроектными задачами оценки КП является комплексная оценка потребностей продукции по ее качеству, количеству и оценка рыночной новизны продукции.

Оценка КП должна проводиться с учетом необходимости наиболее полного по сравнению с товарами конкурентов удовлетворения текущих и перспективных нужд и запросов потребителей по совокупности технических, экономических и социальных факторов.

К товарам рыночной новизны относятся те исполнения продукции, которые полностью удовлетворяют потребность, либо обеспечивают наиболее полное удовлетворение известной потребности, либо существенно расширяют круг потребителей, удовлетворяя их известную потребность на том же уровне.

Проектными задачами оценки КП являются оценки технического уровня продукции, уровня технологичности продукции, уровня ресурсопотребления продукции, качество сырья, материалов и комплектующих изделий.

Оценка КП должна производиться с учетом необходимости максимального удовлетворения потребителей в реальных сферах ее применения при достаточно высоком уровне производственной и экс-

плуатационной технологичности продукции и рентабельности ее производства.

Производственными задачами оценки КП являются:

- оценки производственной новизны продукции;
- уровни безопасности продукции;
- уровни экологичности продукции;
- качество обновляемой продукции;
- стабильность качества продукции.

Оценка КП должна производиться с учетом необходимости освоения в производстве преимущественно конкурентоспособной продукции, поддержания выпускаемой продукции на современном уровне. К товарам производственной новизны относят оригинальные или модернизированные по конструктивно-технологическим признакам исполнения.

Эксплуатационными задачами оценки КП являются оценки динамики КП в условиях меняющейся конъюнктуры рынка, качества потребляемой продукции, качества продукции после ремонта.

Оценка КП должна производиться с учетом необходимости поддержания качества и конкурентоспособности продукции на высоком уровне, на основе изучения рыночной ситуации при реализации и распределении продукции, а также анализе и обобщении данных наблюдений за использованием продукции в сфере эксплуатации и восстановления ее первоначальных свойств при ремонте.

К основным проблемам квалиметрии относятся:

а) разработка научных основ систематизации потребностей и установления градаций качества продукции с учетом разнообразия сфер потребления и категорий потребителей;

б) обновление методических основ классификации показателей и методов оценки качества продукции с учетом взаимосвязи качества продукции, условий ее использования и цены потребления;

в) определение состава актуальных задач оценки качества продукции (услуг) и формирование соответствующего методического, информационного и программного обеспечения для решения типовых задач;

г) разработка методических основ оценки полноты и достоверности отражения в нормативной документации на аттестуемую продукцию показателей ее безопасности и экологических методов и средств их проверки (контроля, испытаний).

В области теоретической квалиметрии необходимо решить следующие актуальные проблемы:

- совершенствование квалиметрических основ сертификации (аттестации) продукции, производств и систем качества, формируемых на базе международных стандартов ИСО серии 9000;
- исследование взаимосвязей квалиметрических и ценностных оценок качества продукции и разработка принципов установления категорий качества продукции и цен на нее;
- развитие и совершенствование понятийного аппарата квалиметрии с учетом научно-технических достижений применительно, в первую очередь, к задачам сертификации продукции, производств и систем качества;
- систематизация и развитие аналитических, статистических, экспертных и других методов квалиметрии с учетом различных сфер их использования;
- разработка принципов ранжирования и определения приоритетных оцениваемых видов и свойств продукции, показателей ее качества с учетом социально-экономических и производственно-технических факторов;
- совершенствование научно-методических основ интегральной оценки качества продукции и комплексной оценки разнообразных свойств (функциональных, ресурсосберегающих, природоохранных), образующих качество продукции;
- разработка общих принципов формирования и выбора баз для измерения и оценки качества с учетом стадий жизненного цикла продукции;
- развитие и совершенствование общих методических основ классификации и определения областей применения показателей качества продукции.

В области прикладной квалиметрии необходимо решить следующие актуальные проблемы:

- разработка принципов и условий применения методов квалиметрии, реализации условий измерения и оценки качества конкретных видов продукции при решении задач ее сертификации и обеспечения качества;
- исследование степени влияния субъективных факторов на объективность и точность результатов оценивания качества конкретных видов продукции;
- гармонизация основных принципов и методических подходов к оценке качества сертифицируемой продукции с соответствующи-

- ми принципами и подходами, содержащимися в международных стандартах и рекомендациях (ИСО, МЭК, ЕОКК и др.);
- совершенствование методических основ обеспечения сопоставимости показателей качества оцениваемых и базовых образцов продукции, определения границ сопоставимости и граничных условий, при которых эти образцы относятся к разным градациям качества;
 - разработка и применение методов классификации и определения областей применения показателей качества конкретных видов продукции;
 - совершенствование типовых алгоритмов оценки качества продукции и правил их адаптации применительно к конкретным условиям сертификации и обеспечения качества продукции;
 - разработка и применение экспертных систем, программных и технических средств автоматизированного решения задач оценки качества разрабатываемой и выпускаемой продукции.

Состав вышеперечисленных проблем обусловлен реальным состоянием квалиметрии, потребностями обеспечения качества и совершенствования работ по управлению качеством продукции (услуг).

Будущее квалиметрии видится в расширении сферы применения при выборе лучшего варианта многокритериального решения; в углублении квалиметрического анализа: расширение и поднятие на более высокий уровень использования квалиметрической информации для фирм, производящих товары, посреднических и торговых фирм; в совершенствовании технологий оценивания качества, базирующихся на информационных технологиях, на ЭВМ новых поколений.

2.5. Взаимосвязь квалиметрии с другими науками и области возможного ее применения

Квалиметрия – междотраслевая научная дисциплина. Она необходима во всех тех случаях, когда нужно дать количественную оценку качества какого-либо объекта.

Квалиметрия использует полученные в метрологии данные как фундамент для своих дальнейших построений.

Использование в квалиметрии экспертных оценок вызывает потребность в ее тесном контакте с экспериментальной психологией.

Взаимосвязь квалиметрии и прикладной математики заключается в том, что первая использует методы, приемы, принципиальные подходы, разработанные во второй. Так же, как и большинство других

наук, квалиметрия является «потребителем» той «продукции», которую производит прикладная математика.

Исследование операций – это научная дисциплина, изучающая методы, с помощью которых человек может определить наиболее целесообразную (т.е. оптимальную) стратегию своего поведения – принять правильное решение. Вместе с тем, само понятие «оптимальная стратегия» предполагает наличие критерия, по которому эта оптимальность определяется. В том случае, если искомая стратегия связана с оптимизацией качества, в исследовании операций используется математическая модель критерия качества. В подавляющем большинстве случаев такая модель является весьма приближенной и поэтому неточной. Поэтому именно квалиметрия разрабатывает критерии оптимизации, которые используются в исследовании операций при решении подкласса задач, связанных с оптимизацией параметров качества. Однако квалиметрия, в свою очередь, пользуется методами исследования операций.

Аксиология (теория ценности) намечает общие подходы к оценке всех тех категорий, которые представляют ценность для человека: духовных, этических, материальных. С точки зрения оценки качества квалиметрия может рассматриваться как ветвь, раздел аксиологии – раздел, посвященный применению количественных методов анализа.

Квалиметрические оценки, включаемые в расчеты экономической эффективности, помогают обеспечить сопоставимость сравниваемых вариантов и, таким образом, повышают точность этих расчетов.

Квалиметрия обеспечивает получение данных, которые необходимы для использования в теории экономической эффективности.

Ниже перечислены некоторые направления возможного применения квалиметрии, представляющиеся самыми важными с точки зрения производителей. Более полный анализ, учитывающий также интересы и других субъектов рынка посредников, покупателей, обществ потребителей, см. в [31, 33].

1. Определение эталонного и браковочного значений показателей по каждому свойству в данный момент и в некоторые моменты в близком будущем методами квалиметрии дает возможность получения информации, важной для производства.

2. Определение динамики изменения значений показателя отдельного свойства образцов одного типа. Такая информация может оказаться очень полезной при разработке стратегии развития профиля качества производства продукции производителем.

3. Выявление свойств образцов, значения показателей которых соответствуют (или не соответствуют) тем или иным заданным требованиям. Такого рода действия необходимы на стадии предварительной отбраковки образцов, например, при их сертификации.

4. Выявление свойств, улучшение (ухудшение) значений показателей которых приведет к повышению (понижению) качества образца на заданную величину. Сопоставление величины изменения свойств и связанной с ней величины изменения качества позволяет конструктору (технологу) выбрать оптимальный (в конкретных условиях) вариант конструкции (технологии) образца.

5. Количественное оценивание значения показателя сложного свойства данного образца по отношению к мировому уровню, по отношению к другим образцам аналогичного типа, к образцам других типов, а также выявление динамики изменения качества продукции. Подобная информация может понадобиться как для производителя, так и для потребителя продукции.

6. Анализ рынка с точки зрения качества предложенной продукции.

7. Прогнозирование изменения качества образца при изменении материала или технологии его изготовления, или его конструкции.

8. Анализ соответствия цены данного образца продукции его качеству (или соответствие качества его цене). Такого рода информация относится к числу важнейших для всех субъектов рынка.

9. Анализ влияния на цену образца изменения значений показателя свойства, а также изменения основного материала, конструкции или технологии изготовления образца. Подобная информация важна, прежде всего, для изготовителя при решении вопроса о запуске в производство профиля качества образца продукции.

10. Анализ и определение конкурентоспособности продукции по ее цене, по качеству (интегральному качеству), по удобству ее приобретения и эксплуатации, а также с учетом всех затрат получателя и получаемых им результатов. Подобная информация важна для производителей и продавцов.

11. Анализ качества изготовления продукции:

- анализ явных и скрытых дефектов, определяющих качество изготовления фирмой продукции данного типа;
- количественное оценивание (в различных аспектах) значения показателя качества изготовления продукции.

Отметим, что приведенные выше направления получения квалиметрической информации не являются полным их перечнем. Отме-

чены только те направления использования квалиметрии, которые связаны с анализом качества и конкурентоспособности продукции. При этом учтены только считающиеся первоочередными – как с точки зрения наличия необходимого квалиметрического аппарата, так и с точки зрения сегодняшнего соотношения приоритетов этих видов информации.

Контрольные вопросы

1. Что такое квалиметрия?
2. Как можно рассматривать зарождение квалиметрии?
3. Почему квалиметрия как самостоятельная научная дисциплина зародилась в 60-х годах XX века?
4. Какие ученые внесли наиболее существенный вклад в квалиметрию?
5. На какие разделы подразделяется квалиметрия и что в них рассматривается?
6. Какова динамика качества объектов и процессов?
7. Охарактеризуйте категорию качества, используемую в квалиметрии, через систему суждений определителей.
8. Что относится к основным типам мер качества, дайте их определение?
9. Что такое оценивание (оценка) качества?
10. Сформулируйте исходные концептуальные положения современной квалиметрии.
11. Назовите основные проблемы современной квалиметрии.
12. Какие проблемы необходимо решать в области теоретической квалиметрии?
13. Какие проблемы необходимо решать в области прикладной квалиметрии?
14. Назовите основные задачи квалиметрии.
15. Какие задачи оценки качества продукции (услуг) вам известны и в чем их особенности?
16. Назовите основные цели квалиметрии качества.
17. Сформулируйте области возможного применения квалиметрии.
18. Поясните развертывание аспекта динамичности качества.
19. Назовите основные методические принципы квалиметрии.
20. Что является объектами оценки в квалиметрии?
21. Какая должна быть современная квалиметрия?

3. ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА (ПК)

3.1. Классификация ПК

Показателем качества, согласно ГОСТ 15467-79, является «количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции, составляющих ее качество, рассматривается применительно к определенным условиям ее создания и эксплуатации или потребления». Наименование ПК определяет характеризующее свойство, а его численное значение характеризует степень проявления данного свойства.

Многообразие видов объектов, а также многообразие видов задач, решаемых с использованием ПК, вызвали необходимость систематизации и классификации характеристик и параметров, описывающих свойства любого объекта.

В зависимости от состава и особенностей решаемых задач ПК объектов классифицируют по разнообразным признакам, а не только по однородности свойств. Универсальными признаками классификации ПК применительно к задачам оценки качества являются:

- число характеризующих свойств объекта;
- форма представления характеризующих свойств объекта;
- роль показателей при оценке качества.

В зависимости от числа характеризующих свойств различают единичные, комплексные, интегральные и обобщенные ПК.

Единичный ПК объекта характеризует одно из его свойств (простое свойство), которое может быть выделено и оценено независимо от других свойств, входящих также в качество объекта.

Комплексный ПК объекта характеризует совокупность взаимосвязанных свойств (сложное свойство) из всего множества свойств, образующих качество объекта. Например, коэффициент готовности:

$$K_r = \frac{T}{T + \sum_{i=1}^n t_i}, \quad (3.1)$$

где K_r – коэффициент готовности позволяет одновременно охарактеризовать безотказность и ремонтпригодность t_i изделия;

T – средняя наработка на отказ;

t_i – время восстановления отдельных узлов, блоков изделия;

n – количество узлов, блоков изделия.

Интегральный ПК - особый вид показателя, который характеризует качество объекта в целом с точки зрения его общей эффективности. Интегральный показатель выражается отношением суммарного полезного эффекта от использования объекта по назначению к цене его потребления и с учетом принятых ограничений по воздействию на человека и окружающую среду.

Обобщенный ПК – показатель качества, относящийся к такой совокупности свойств объекта, по которой принято решение оценивать его качество в целом. Как правило, так называемое существенное свойство (надежность, цена).

В зависимости от формы представления характеризуемых свойств различают абсолютные, относительные, удельные и базовые ПК объекта.

Абсолютный ПК объекта характеризует его отдельные свойства и выражается посредством соответствующих размерных величин (масса изделия, кг; мощность двигателя, кВт; скорость автомобиля, км/час и др.).

Относительный ПК объекта характеризует его отдельные свойства в форме отношения величин одной и той же размерности, выражающего долю этих свойств в общей совокупности однородных свойств того же наименования посредством безразмерных величин.

Удельный ПК объекта характеризует взаимосвязь и взаимозависимость двух разнородных свойств посредством отношения размерных величин (например, удельная масса электродвигателя кг/кВт).

Базовый ПК – показатель качества объекта, принятый за эталон при сравнительных оценках качества.

В зависимости от роли показателей при оценке качества различают классификационные и оценочные ПК.

Классификационные ПК характеризуют принадлежность объекта к определенной классификационной группировке в выбранной системе классификации и определяют назначение, типоразмер, область применения и условия использования объекта. Они могут быть представлены как количественными характеристиками (показатели, параметры), так и качественными характеристиками (признаки) объекта. Классификационные ПК используются на исходных этапах оценки качества для формирования групп аналогов оцениваемого объекта. К классификационным ПК относятся:

- показатели, служащие для установления параметрического или типоразмерного ряда продукции (например, точность и предел измерения частотомера, вольтметра);
- показатели исполнения продукции, определяющие область и условия ее применения (например, тропическое исполнение, для использования в условиях радиации);
- показатели наличия дополнительных устройств или свойств продукции, определяющих ее функциональные возможности (например, телефон с номероопределителем, радиоприемник помехоустойчивый).

Оценочные ПК характеризуют количественно те свойства, которые образуют качество объекта в процессе проектирования, производства и эксплуатации. Они используются для нормирования качества объекта, оценки его технологического уровня при разработке и стандартизации, проверки качества объекта при его контроле, испытаниях и сертификации.

Более подробно рассмотрим оценочные показатели.

3.2. Оценочные ПК

Оценочные ПК группируют по однородности характеризуемых свойств на три вида: функциональные, ресурсосберегающие, природоохранные.

3.2.1. Функциональные ПК

Они характеризуют свойства объекта, определяющие его функциональную пригодность удовлетворять заданные потребности. Они объединяют следующие группы ПК объекта: назначения, надежности, экономного использования сырья, материалов, топлива и энергии, эргономичности, эстетичности, стандартизации и унификации, транспортабельности.

Показатели назначения характеризуют свойства продукции, определяющие основные функции, для выполнения которых она предназначена. Они отражают уровень качества продукции с точки зрения ее основного назначения (производительность, мощность, КПД и др.), а также полезный эффект от использования объектов по назначению и область их использования. Показатели назначения подразделяются на следующие подгруппы показателей: классификационные, функциональной и технической эффективности, конструктивные, состава и структуры.

Классификационные показатели характеризуют принадлежность продукции к определенной классификационной группе, например, мощность двигателя, предел прочности металла.

Показатели функциональной и технической эффективности характеризуют полезный эффект от эксплуатации или потребления продукции, а также прогрессивность технических решений, закладываемых в продукцию. К их числу относятся производительность оборудования, КПД, точность прибора.

Конструктивные показатели характеризуют основные проектно-конструкторские решения: массогабаритные характеристики, мощность, степень стандартизации.

Показатели состава и структуры характеризуют содержание в продукции химических элементов или структурных групп. К ним относятся, например, содержание углерода в стали, влажность песка, функциональный состав чугуна.

Показатели надежности объекта характеризуют его способность сохранять во времени в установленных пределах значения всех заданных ПК при соблюдении заданных режимов и условий применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования. Они характеризуют также свойство объекта, которое согласно ГОСТ 27.003-83 «Выбор и нормирование показателей надежности» определяется безотказностью, долговечностью, ремонтпригодностью и сохраняемостью его частей.

Безотказность – свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени. К показателям безотказности относятся: интенсивность отказов, средняя наработка на отказ, параметр потока отказов, вероятность безотказной работы.

Долговечность – свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта. К показателям долговечности относятся: средний ресурс, средний срок службы, γ – процентный ресурс и другие.

Ремонтпригодность – свойство объекта, заключающееся в приспособленности к предупреждению, обнаружению и устранению причин возникновения неисправностей путем проведения технического обслуживания и ремонта. К показателям ремонтпригодности относятся: среднее время обнаружения неисправностей, среднее время (стоимость) выполнения ремонта, средняя стоимость технического обслуживания.

Сохраняемость – свойство объекта сохранять значения показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности в установленных пределах в течение определенного периода времени при транспортировке и хранении. Основным показателем сохраняемости является средний срок сохраняемости. К сохраняемости технических объектов относятся γ - процент сохранения при хранении, γ - процент сохранения при транспортировке, то есть срок сохраняемости, достигаемой с заданной вероятностью γ , выраженной в процентах.

Все свойства, составляющие надежность, отличаются от других свойств тем, что они нужны не сами по себе, а для того, чтобы при эксплуатации дать возможность проявиться другим свойствам – функциональности, эргономичности и др. Ввиду этой специфичности свойство надежности не включают в дерево свойств, а учитывают с помощью коэффициента использования $K_{ис}$ [40]:

$$K_{ис} = \frac{T_{cy} - T_{np}}{T_{cy}^{ЭТ}}, \quad (3.2)$$

где T_{cy} – меньшее из времен морального и физического износа объекта;

T_{np} – общее время простоя объекта (отказы, ремонт и т.п.);

$T_{cy}^{ЭТ}$ – эталонный срок службы по технической документации.

Для определения удовлетворенности потребителя тем или иным значениям $K_{ис}$ с этим коэффициентом обращаются, как с частным показателем, т.е. строят кривую влияния различных значений $K_{ис}$ на качество.

Показатели экономного использования сырья, материалов, топлива и энергии – характеризуют свойства изделия, отражающие его техническое совершенство по уровню или степени потребляемого им сырья, материалов, топлива, энергии и трудовых ресурсов. К ним относятся:

- удельный расход основных видов сырья, материалов, топлива и энергии (на единицу основного показателя качества);
- удельная масса изделия (на единицу основного показателя качества);
- коэффициент использования материальных ресурсов - отношение полезного расхода к расходу на производство единицы продукции;
- коэффициент полезного действия.

Эргономические ПК характеризуют систему «человек – объект – среда» и учитывают требования, предъявляемые к объекту для повышения эффективности взаимодействия человека с данным объектом в определенной среде. Термины и определения на эргономические показатели качества изделий установлены в ГОСТ 16035-81. Эргономические показатели подразделяют на четыре группы: гигиенические, антропометрические, физиологические (психофизиологические) и психологические.

Гигиенические показатели характеризуют те воздействия на человека со стороны объекта оценивания, которые могут привести к заболеваниям человека: уровень климатических факторов (температуры, влажности, давления), характеристики освещения, уровень шума, вибрации и перегрузок, уровень излучений, уровень напряженности магнитного, электрического и электромагнитного полей.

Антропометрические ПК определяют соответствие размеров объекта размерам и форме человеческого тела. Наибольшую роль эти показатели играют при оценивании качества рабочих мест, пультов, органов управления и т.д., а также при оценивании качества электробытовых приборов и других изделий массового потребления.

Физиологические и психофизиологические показатели характеризуют соответствие объекта физиологическим свойствам человека, а также соответствие объекта силовым, скоростным, зрительным, слуховым, осязательным, вкусовым и обонятельным возможностям человека. Особо важную роль эти показатели играют при оценивании устройств, неправильное управление которыми ведет к авариям или катастрофам (транспортные средства, строительная или добывающая техника и др.).

Психологические ПК характеризуют соответствие объекта особенностям восприятия и переработки информации, памяти, мышления и вновь формируемым навыкам человека.

Особое значение приобретает эргономические показатели, характеризующие качество объектов:

- удобство работы – положения оператора, рациональность компоновки органов управления, величина и направление рабочих усилий;
- удобство восприятия информации – определяется эффективностью зрительной, слуховой и другой эффективной информацией сигнализации;

- удобство обслуживания – простота профилактического поддержания жизнеспособности конструкции (удобство доступа к узлам, безопасность обслуживания, соответствие требованиям гигиены);
- комфортабельность потребителя – удобство размещения, передвижения и взаимодействия операторов, эффективность вентиляции, отопления.

Эстетические ПК объекта характеризуют его эстетическое воздействие на человека и предназначены для количественной и качественной оценки эстетической ценности, степени соответствия объекта эстетическим запросам тех или иных групп потребителей в конкретных условиях потребления. В основу группирования показателей эстетичности объекта положен принцип соответствия формы содержанию. При этом выделяют подгруппы показателей информационной выразительности, рациональности формы, целостности композиции, совершенства производственного исполнения и сохранности товарного вида.

Информационная выразительность характеризуется следующими показателями:

- знаковости изделия (художественно-образное выражение социально значимой информации), которая влияет на социально-эстетические идеи и представления общества;
- оригинальности (своеобразие признаков формы, выделяющих данное изделие среди других аналогичных);
- стилового соответствия (сложившейся общности, средств и приемов художественной выразительности, свойственной определенному периоду времени);
- соответствия моде (общности временно господствующих эстетических вкусов).

Рациональность формы объединяют показатели:

- функционально-конструкторской обусловленности (соответствие формы изделия его назначению, конструктивному решению, особенностям технологии изготовления и применяемым материалам);
- целесообразности эргономической обусловленности, выражаемой в форме особенностей взаимодействия человека и объекта.

Целостность композиции включает следующие показатели:

- организованности объемно-пространственной структуры (логичности пространственного строения формы, ее масштабной, пропорциональной и ритмической организации);

- тектоничности (художественного осмысления реальной работы конструкции и материалов);
- пластичности (логичности взаимопереходов и связей объемов, плоскостей и очертаний формы);
- упорядоченности графических и изобразительных элементов (соподчинение графических и изобразительных элементов по общему композиционному решению);
- колорита и декоративности (взаимосвязи цветовых сочетаний и использования декоративных свойств материалов).

В подгруппу показателей совершенства производственного исполнения и сохранности товарного вида входят показатели:

- чистоты исполнения контуров и сопряжений;
- тщательности покрытий и отделки;
- четкости исполнения знаков и сопроводительной документации;
- устойчивости к повреждениям.

Каждая из рассмотренных подгрупп показателей эстетичности может быть охарактеризована одним комплексным ПК (эстетичности), который охватывает единичные показатели свойств, присущих каждой из этих подгрупп. Такие показатели обычно выражаются в баллах, которыми оценивают эксперты отдельные свойства или совокупности свойств. Аналогично может быть получен комплексный показатель эстетичности объекта в целом.

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

К стандартным относятся составные части изделия, выпускаемые по международным, национальным стандартам, а также стандартам организаций.

К унифицированным относят:

- составные части изделия, изготавливаемые по стандартам данного предприятия, если они используются хотя бы в двух различных изделиях, изготавливаемых этим предприятием;
- составные части изделия, получаемые предприятием в готовом виде как комплектующие составные части, в порядке кооперации с другим предприятием;

- заимствованные составные части изделия, то есть ранее спроектированные как оригинальные и примененные в двух или более изделиях, а также составные части снятых с производства изделий, при условии, что эти части отвечают современным требованиям.

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

В группу показателей стандартизации и унификации входят:

Коэффициент применяемости K_{np} :

$$K_{np} = \frac{n - n_0}{n}, \quad (3.3)$$

где n - общее количество типоразмеров составных частей;

n_0 - количество типоразмеров оригинальных составных частей.

Коэффициент повторяемости K_n :

$$K_n = \frac{N}{n}, \quad (3.4)$$

где N - общее количество составных частей изделия.

Коэффициент унификации K_y :

$$K_y = \frac{\sum_{i=1}^k n_i - m}{\sum_{i=1}^k n_i - n_{\max}}, \quad (3.5)$$

где n_i - количество типоразмеров составных частей в изделии;

$n_{\max}$ - максимальное количество типоразмеров составных частей одного из изделия группы;

m - общее количество неповторяющихся типоразмеров составных частей, из которых состоит группа;

k - общее количество рассматриваемых изделий в группе.

Показатели транспортабельности характеризуют степень приспособленности объекта к транспортированию, а также к подготовительным и заключительным операциям, связанным с транспортированием. К этой группе относятся показатели, характеризующие затраты, обусловленные выполнением операций по транспортированию объектов, а также подготовительных и заключительных работ. При этом показатели выбирают конкретно для определенного вида транспорта: воздушного, железнодорожного, морского и т.д., а иногда для кон-

кретного вида транспортных средств или для смешанных перевозок. Показателями транспортабельности являются:

- средняя трудоемкость подготовки единицы продукции к транспортированию;
- средняя стоимость единицы продукции на 1 км для определенного транспортного средства;
- средняя продолжительность разгрузки партии продукции конкретного объема из средств транспортирования определенного вида;
- максимально возможное использование емкости транспортного средства, выраженное в единицах продукции;
- доля продукции, сохраняющей в заданных пределах свои свойства за время транспортирования.

Чтобы оценить показатели транспортабельности, необходимо знать данные о массе и объемах единицы продукции, показатели физико-механических свойств, габаритные размеры изделия, показатели сохраняемости продукции, нормы погрузочно-разгрузочных работ, восприимчивость перевозимых грузов к тепловым и механическим внешним воздействиям и другие.

3.2.2. Ресурсосберегающие ПК

Ресурсосберегающие ПК объекта характеризуют его свойства, которые определяют уровень затрачиваемых ресурсов при создании и применении объекта для формирования, обеспечения и реализации его качества. Эти показатели включают подгруппы показателей технологичности и ресурсопотребления.

Показатели технологичности объекта характеризуют особенности его состава и структуры, влияющие на уровень затрат сырья, материалов, топлива, энергии, труда и времени для его производства и (или) потребления. Выбор показателей технологичности продукции должен проводиться в зависимости от состава и структуры продукции, особенностей конструкции изделий, а также от области проявления технологичности с учетом требований ГОСТ 14.201-73 и ГОСТ 14.202-73.

Показатели технологичности продукции в сфере производства выражают технологическую рациональность и преемственность продукции по ее конструктивным и технологическим признакам. К таким показателям относятся:

Удельная трудоемкость изготовления изделия $t_{y\partial}$:

$$t_{y\partial} = \frac{T}{B}, \quad (3.6)$$

где T – суммарная трудоемкость изготовления;

B – определяющий параметр продукции.

Суммарная трудоемкость T рассчитывается по формуле

$$T = t_1 + \dots + t_k = \sum_{i=1}^k t_i, \quad (3.7)$$

где t_i – трудоемкость по отдельным цехам, участкам или видам работ, входящим в технологический процесс изготовления данной продукции;

k – количество цехов, участков или видов работ.

Удельная материалоемкость продукции $m_{y\partial}$:

$$m_{y\partial} = \frac{M}{B}, \quad (3.8)$$

где M – суммарная материалоемкость продукции.

Суммарная материалоемкость продукции определяется по формуле

$$M = m_1 + \dots + m_n = \sum_{i=1}^n m_i, \quad (3.9)$$

где m_i – материалоемкость i -й составной части продукции;

n – число составных частей.

Коэффициент сборности $K_{сб}$:

$$K_{сб} = \frac{N_{сб}}{N}, \quad (3.10)$$

где $N_{сб}$ – количество сборочных единиц в изделии;

N – общее количество составных частей изделия.

Коэффициент использования материала $K_{и.м}$:

$$K_{и.м} = \frac{G_{дем}}{G_{заг}}, \quad (3.11)$$

где $G_{дем}$ – масса материала в готовой продукции;

$G_{заг}$ – масса заготовки.

Показатели технологичности продукции в сфере ее применения характеризуют затраты труда, материалов, топлива энергии и времени на подготовку к применению по назначению, техническое обслуживание и ремонт, хранение. Эти показатели формируются применительно к определенному виду затрат (работ) и приводятся в натуральном или удельном выражении.

Показатели технологичности применяются при планировании, прогнозировании и оценке технического уровня и качества продукции, которые отражаются в технических условиях, стандартах.

Показатели ресурсопотребления объекта характеризуют затраты материалов, топлива, энергии, труда и времени при непосредственном использовании объекта по назначению. Для количественной оценки ресурсопотребления необходимо конкретизировать вид затраченных ресурсов и использовать соответствующие показатели. К таким показателям относятся единичные показатели расхода топлива, смазок или масел, количество операторов и потребное время их работы в натуральном или удельном выражении.

3.2.3. Природоохранные ПК

Природоохранные ПК объекта характеризуют его свойства, связанные с воздействием объекта на человека и окружающую среду в процессах производства и сферах потребления. Они объединяются в две группы ПК: безопасности и экологичности.

Показатели безопасности характеризуют особенности объекта, обуславливающие безопасность человека во всех режимах его потребления или эксплуатации, транспортирования, хранения и утилизации. Показатели безопасности должны содержать требования по защите человека в условиях аварийной ситуации, не санкционированной и не предусмотренной правилами эксплуатации, в зоне возможной опасности. К этим показателям относят: вероятность безопасной работы человека в течение определенного времени; время срабатывания защитных устройств; сопротивление изоляции токоведущих частей, с которыми возможно соприкосновение человека; электрическая прочность высоковольтных частей.

Номенклатуру показателей безопасности устанавливают в зависимости от спецификации объекта и условий его использования. При этом показатели безопасности объекта группируют по однородности

характеризуемых свойств с учетом различных видов опасности. Различают показатели: травмоопасности, опасности поражения электрическим током, термической опасности, пожаро- и взрывоопасности, химической опасности, биологической опасности.

Проведение оценки уровня качества объекта с учетом показателей безопасности осуществляется в соответствии с требованиями системой государственных регламентов по безопасности труда; правилами и нормами по технике безопасности, пожарной безопасности, производственной санитарии; международными регламентами, рекомендациями, правилами.

Показатели экологичности характеризуют свойства объекта, определяющие вредные воздействия на окружающую среду, возникающие при производстве, монтаже, потреблении или эксплуатации, а также при его хранении и утилизации. Они, например, определяют:

- уровень опасных и вредных химических выделений в окружающую среду;
- удельную концентрацию вредных веществ, отработавших газов, выбрасываемых в окружающую среду;
- уровень акустических и виброакустических воздействий на окружающую среду;
- уровень электромагнитных, радиационных и других излучений;
- уровень разрушающих механических воздействий на почву;
- возможность переноса вредных веществ и выделений продукции в воде и воздухе на значительные расстояния и др.

Сравнение экологических показателей должно осуществляться исходя из требований по охране окружающей среды согласно международным стандартам ИСО серии 14000, рекомендациям, нормам; системам государственных стандартов в области охраны и улучшения использования природных ресурсов и другим нормативным документам в этой области. При этом организация учета экологических показателей должна обеспечить защиту окружающей среды от антропогенного воздействия; рациональное природопользование; контроль безопасности продукции для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества.

3.3. Выбор номенклатуры ПК

Обоснование выбора номенклатуры ПК продукции проводится на основании [32]:

- назначения и условий использования продукции;
- анализа требований потребителей;
- задач управления качеством продукции;
- состава и структуры характеризующих устройств;
- основных требований к ПК.

При решении задач оценки и обеспечения качества продукции номенклатура ПК по каждой группе свойств определяется на основе анализа их применимости на различных этапах жизненного цикла для конкретного вида продукции. Применяемость различных групп ПК для различных видов продукции по принятой классификации (см. рис. 2.5) представлена в табл. 3.1.

Классификационные ПК применяются для продукции любого рассматриваемого вида, так как определяют области ее применения и условия использования. Они играют важную роль при идентификации продукции.

Показатели функциональной пригодности, транспортабельности, сохраняемости и технологичности применяются для продукции всех видов.

Свойства безотказности, долговечности и ремонтпригодности характерны только для изделий и не характерны для продукции других видов. Что касается расходных изделий, то эти показатели относятся к упаковке, а не к ее содержимому.

Поскольку сырье, материалы и продукты не являются изделиями, то к ним неприменимы показатели эргономичности, безотказности, долговечности и ремонтпригодности.

Показатели ресурсопотребления применяются только для эксплуатируемых изделий, потребляющих ресурсы в процессе непосредственного использования по назначению.

Показатели расходных изделий, отмеченные в скобках знаком «(+)», – показатели тех свойств, которые присущи не всем группам продукции данного вида.

Таблица 3.1. Применяемость ПК по видам продукции

Виды ПК	Сырье	Материалы и продукты	Расходные изделия	Ремонти- руемые изделия	Неремонти- руемые изделия
1.Классификационные	+	+	+	+	+
2.Функциональной при- годности	+	+	+	(+)	(+)
3.Надежности:					
безотказности	-	-	(+)	+	+
долговечности	-	-	(+)	+	+
сохраняемости	+	+	+	+	+
ремонтпригодности	-	-	(+)	-	+
4.Транспортабельности	+	+	+	+	+
5.Эргономичности	-	-	+	(+)	(+)
6.Эстетичности	(+)	(+)	+	(+)	(+)
7.Технологичности:			+		
в производстве	+	+	+	+	+
при применении	(+)	(+)	+	(+)	+
8.Ресурсопотребления	-	-	-	(+)	(+)
9.Безопасности	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
10.Экологичности	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Примечание: Знак «+» означает применяемость, знак «-» - неприменяемость, знак «(+))» - ограниченную применяемость соответствующих групп ПК.					

Показатели безотказности и экологичности отмечены в скобках знаком «(+))» для всех видов продукции, что означает применяемость этих ПК только для групп продукции, представляющей опасность для человека и окружающей среды.

Вместе с тем в функции оценивания включают помимо указанных и другие показатели качества, более полно характеризующие оцениваемую продукцию. Например, уровень конкурентоспособности, рейтинг товара на рынке, показатели престижа фирмы изготовителя и др.

Определение набора показателей качества – процесс сложный, длительный и противоречивый, поскольку единства в способах и методиках их выбора пока не существует. Преобладают субъективные подходы к решению данной проблемы, но основными ориентирами должны быть система стандартов «Система показателей качества на

промышленную продукцию», а также международные стандарты и стандарты ведущих фирм мира на выпускаемую ими продукцию.

Алгоритм выбора номенклатуры ПК продукции предусматривает определение группы продукции, цели применения номенклатуры ПК продукции, исходной номенклатуры ПК по каждой группе, метода определения номенклатуры ПК.

Группа продукции устанавливается в соответствии с общей классификацией промышленной продукции по назначению и условиям применения (рис. 2.5, табл. 3.1). При этом в зависимости от специфических особенностей продукции и условий ее применения в номенклатуре ПК могут отсутствовать некоторые группы показателей, не свойственные данной продукции, а при необходимости разрешается вводить другие группы ПК, характерные для рассматриваемой продукции.

Цели применения номенклатуры ПК продукции:

- для повышения качества выпускаемой продукции;
- для включения номенклатуры ПК в разрабатываемые и пересматриваемые стандарты на продукцию, а также в технические задания на НИОКР, технические условия, карты технического уровня и качества продукции;
- установление номенклатуры ПК для сертификации продукции.

Порядок установления номенклатуры ПК групп однородной продукции, а также требований к установлению основных ПК для этих групп, регламентированы в «Методических указаниях по разработке государственных стандартов, устанавливающих номенклатуру ПК групп однородной продукции» (РД 50-64-84).

Исходная номенклатура ПК по каждой группе устанавливается, исходя из целей оценки и с учетом значений ПК для данного вида продукции, указанных в международных стандартах (ИСО, МЭК и др.), национальных стандартах, стандартах организаций, документации на поставку продукции. Номенклатура ПК бывает типовой, развернутой и конкретной.

Типовая номенклатура – это полный перечень всех групп и конкретных ПК, относящихся к любым техническим изделиям или к бытовой технике. Такая номенклатура составляется безотносительно к отдельным группам или видам технических изделий. Она является наиболее общей и универсальной для большого класса изделий, таких, например, как машины.

Развернутая номенклатура ПК составляется и используется при оценке качества определенной группы изделий, имеющих одно название, одинаковую или близкую функцию и сходные параметры свойств. Эта номенклатура включает всю совокупность единичных и комплексных показателей, характеризующих качество данного множества изделий. Примером таких номенклатур служит номенклатура ПК для таких групп, как легковые автомобили, телевизоры, компьютеры и т.д.

Конкретная номенклатура – это уточненная номенклатура ПК для характеристики оцениваемого изделия или нескольких однотипных изделий. Это наиболее детальная и полная номенклатура, позволяющая адекватно оценить реальное качество того или иного изделия с учетом всех характерных признаков.

В практике оценки качества объектов бывают две ситуации для выбора номенклатуры ПК.

В первом случае, когда нет заранее разработанной развернутой номенклатуры ПК данной группы изделий. Тогда в качестве исходной номенклатуры принимается наиболее общая – типовая номенклатура, на основании которой формируется сначала развернутая номенклатура ПК оцениваемого изделия.

Во втором случае, когда известна развернутая номенклатура ПК данной группы изделий, остается лишь выбрать конкретную номенклатуру ПК, характеризующих оцениваемую продукцию.

Более подробно о выборе оптимальной номенклатуры ПК можно прочитать в [20].

Методы определения номенклатуры ПК: методы экспертных оценок, метод корреляционного анализа, метод анализа затрат.

Методы экспертных оценок применяются при оценивании ПК по критериям, имеющим качественные признаки, которые характеризуют, например, учет требований конкурентоспособности, экологичности, эргономичности и др. Более подробно метод экспертных оценок рассматривается в главе 6.

Корреляционный анализ обеспечивает исследование взаимосвязи различных параметров процесса, а также взаимосвязи результатов контроля параметров узлов, блоков, изделия. Он состоит из следующих практических приемов: постановка задачи (цели) исследования, формирование и анализ факторов, сбор информации, оценка и отбор факторов, составление корреляционной таблицы, вычисление выборочного коэффициента корреляции [49].

При использовании метода корреляционного анализа критерием определения номенклатуры ПК является коэффициент корреляции, устанавливающий тесноту (силу) связи исследуемых параметров (свойств) объекта.

Метод анализа затрат основан на том, что затраты на изготовление и эксплуатацию объекта можно разделить по составляющим и в зависимости от их величины выбрать соответствующие ПК. При этом одновременно с выбором ПК определяется их весомость. После вычисления коэффициентов весомости осуществляется выбор основных ПК: выбираются такие ПК, которые в наибольшей степени отражают значительные поэлементные затраты, которые, в свою очередь, могут иметь несколько ПК.

Окончательный выбор номенклатуры ПК для конкретного объекта (модели, типа, марки) производят с учетом требований конкретных потребителей и на основе анализа отечественных, зарубежных и международных стандартов, определяющих требования к аналогичному объекту, промышленных каталогов, патентов, проспектов и других источников информации.

3.4. Базовые образцы и их выбор

Базовым образцом называется реально достижимая совокупность оптимальных значений ПК. За базовый образец принимается общественно необходимый уровень качества, который в определенный отрезок времени является компромиссным с точки зрения требований потребителя и возможности производства. Базовый образец необходим для оценки технического уровня и качества объекта. От его вида зависят результаты оценки и принимаемые решения.

Базовые образцы или эталоны классифицируются по назначению и способу выражения.

По назначению эталоны делятся на следующие группы:

- эталоны, отражающие достигнутый уровень качества, основное значение которых – оценка качества серийной продукции при присвоении ей классов, категорий;
- эталоны, отражающие перспективный уровень качества, использующиеся при разработке и выдаче технических заданий, составлении рабочих и технических проектов, направленных на достижение прогнозируемых показателей качества продукции;

- специальные эталоны предназначены для решения задач при определении динамики качества, получения и сопоставления отдельных комплексных показателей.

По способу выражения эталоны делятся на реальные и виртуальные.

Реальные эталоны могут задаваться как конкретными объектами, так и стандартами, техническими условиями. Конкретный объект выбирается из всей совокупности аналогичных объектов, выпускаемых у нас и за рубежом.

Виртуальный эталон – это воссозданный в воображении по четким правилам образец продукции, обладающий самым представительным набором предельно возможных оптимальных значений элементов информации, отвечающих реальным физическим процессам (явлениям), характерным для этих элементов информации, оформленный в виде документа.

Виртуальный эталон должен отвечать определенным требованиям:

- ограничивать преднамеренность при формировании набора исходной информации о качестве конкретного образца продукции;
- исключать неопределенность ситуации в процессе оценивания качества нескольких образцов продукции, у которых в исходных наборах информации о качестве отсутствуют или присутствуют какие-либо величины информации об их качестве;
- обеспечивать вычисление сопоставимых оценок качества нескольких образцов продукции;
- соответствовать требованиям и нормам «Системы показателей качества промышленной продукции»;
- отвечать требованиям перспективности данного вида продукции;
- содействовать развитию систем оценивания качества конкретной продукции;
- соответствовать потребностям сертификации продукции, системам качества, управлению качеством продукции и другим формам применения результатов оценивания для практического применения;
- отвечать потребностям разных методов исследования качества продукции.

Для обеспечения перечисленных требований виртуальный эталон следует формировать с соблюдением следующих принципов:

- наследственности величин информации эталона от существующих экземпляров продукции;
- достаточности и перспективности набора информации для целей оценивания качества продукции;
- недопустимости весьма существенной разницы в величинах статистических элементов информации продукции и эталона;
- оперативности изменения и уточнения выделенного набора элементов информации;
- достаточности периода существования виртуального эталона для целей оценивания качества продукции;
- адекватности реально существующей продукции;
- возможности представлять натуральную информацию только основными и дополнительными единицами Международной системы физических величин.

Выбор базовых образцов (рис. 3.1) производится соответствующими отраслевыми НИИ, центральными, базовыми конструкторскими отделами и организациями по стандартизации. При этом основными источниками информации являются отчеты научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций, описания отечественных и зарубежных изобретений, государственные, отраслевые и международные стандарты.

Базовый образец выбирают из группы продукции, аналогичной по назначению условиям изготовления, эксплуатации или потребления. При этом в группу аналогов должна входить продукция: представляющая значительную часть общего объема продукции, производимой и реализуемой за рубежом, пользующаяся устойчивым спросом на внутреннем и внешнем рынках. Выделение базовых образцов осуществляется на основе метода попарного сравнения следующим образом: аналог не может быть признан базовым образцом и исключается из последующих сопоставлений, если он уступает другому аналогу по совокупности оценочных показателей, т.е. уступает другому аналогу хотя бы по одному показателю, не превосходя его ни по каким из остальных; оба аналога остаются для дальнейшего сопоставления с другими, если по одним показателям оказывается лучше первый аналог, а по другим – второй. При этом значение некоторых показателей у аналогов могут не совпадать. В результате попарного сопоставления ана-

логов остаются аналоги, каждый из которых не уступает ни одному из остальных по совокупности оценочных показателей. Оставшиеся аналоги являются базовыми образцами.



Рис. 3.1. Схема выбора базовых образцов

Срок действия базового образца устанавливается ведущей организацией по данному виду продукции в зависимости от специфики оцениваемой продукции с учетом потребности, длительности периода ее разработки, изготовления и эксплуатации (потребления), а также срока замены моделей данного вида продукции на внутреннем и внешнем рынках.

3.5. Методы определения значений ПК

Методы определения значений показателей качества продукции классифицируются в зависимости от способа получения информации, источника информации, величины погрешности.

В зависимости от способа получения информации методы определения значений показателя качества подразделяются на измерительный, регистрационный, органолептический, аналитический.

Измерительный метод базируется на использовании средств измерений. Достоинством данного метода является малая трудоемкость, относительно малая погрешность и большая надежность результатов,

недостатком – технологическая сложность и большие затраты времени на разработку методики оценивания качества.

Регистрационный основан на использовании информации, получаемой путем наблюдения и подсчета числа определенных событий, предметов, расходов, например, отказов изделия при испытаниях. Этим методом определяются показатели стандартизации и унификации, патентно-правовые и другие.

Органолептический основан на информации, полученной с использованием органов чувств: зрения, слуха, обоняния, осязания и вкуса. Точность и достоверность этого метода зависит от способностей, квалификации, возраста, состояния здоровья и других отличий экспертов. Преимуществом является относительная технологическая простота применения, малые затраты времени на разработку методики оценивания качества. С помощью органолептического метода определяют показатели качества пищевых, табачных, парфюмерных изделий, а также эргономические и эстетические свойства продукции.

Аналитический метод предполагает использование расчетно-аналитических зависимостей показателей качества продукции от ее параметров для определения оценочных показателей, характеризующих единичные или комплексные свойства качества продукции, а также для формирования конечного результата оценки. Использование аналитического метода зависит от возможности установления взаимосвязи между отдельными параметрами продукции, характеризующими оцениваемое свойство и результаты оценки, а также от полноты и качества исходной информации об этих параметрах и свойствах.

В зависимости от источника информации методы определений значения показателей качества продукции подразделяют на экспертный, социологический, статистический, комбинированный.

Экспертный метод основан на получении, обработке и контроле информации о параметрах и свойствах оцениваемой продукции и базовых образцов при помощи экспертных процедур. Применяется, когда нет информации об изделии.

Социологический осуществляется на основе опроса фактических или потенциальных потребителей продукции. Сбор мнений потребителей проводится путем устных опросов или с помощью распространения специальных анкет вопросников, а также организации конференций, семинаров.

Статистический метод основан на сборе статистической информации о параметрах и свойствах оцениваемой продукции и базовых образцов ее обработки с помощью статистических процедур [56].

Комбинированный метод представляет собой комбинацию аналитического, статистического и экспертного методов в различном их сочетании.

В зависимости от величины погрешности, с которой определяются результаты количественного оценивания качества продукции, методы подразделяются на точный, упрощенный и приближенный.

Точный метод позволяет уменьшить погрешность и увеличить надежность полученных результатов. Метод характеризуется максимальной трудоемкостью.

Упрощенный метод характеризуется максимально допустимой величиной погрешности и минимально допустимой величиной надежности итоговых результатов.

Приближенный метод с точки зрения погрешности и трудоемкости является промежуточным между точным и упрощенным методами.

В подавляющем большинстве случаев используются упрощенные методы квалиметрии [8].

Контрольные вопросы

1. По каким признакам классифицируются ПК?
2. Что характеризует единичный, комплексный и интегральный ПК?
3. Что характеризуют оценочные ПК?
4. Что характеризуют функциональные ПК и какие группы они объединяют?
5. Что характеризуют показатели назначения?
6. Какими свойствами определяется выбор и нормирование показателей надежности?
7. Что характеризуют эргономические показатели и на какие группы они подразделяются?
8. Сформулируйте основы группирования показателей эстетичности объекта и их подгруппы.
9. Какие показатели входят в группу стандартизации?
10. Назовите основные показатели транспортабельности.

11. Что характеризуют показатели технологичности и какими показателями она определяется?
12. Что характеризуют природоохранные ПК и как они устанавливаются?
13. Сформулируйте основание для выбора номенклатуры ПК продукции.
14. Алгоритм выбора номенклатуры ПК продукции.
15. Методы определения номенклатуры ПК.
16. Методы определения значений ПК.
17. Сформулируйте назначение базового образца и как они классифицируются.
18. Алгоритм выбора базовых образцов.

4. КВАЛИМЕТРИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА

4.1. Системный подход к оценке качества

Определение качества продукции (см. раздел 1.3) опирается на технико-экономическую природу качества продукции и используется при его формировании и систематическом улучшении в соответствии с ростом потребностей. При этом при определении состава свойств, характеризующих качество продукции, выборе и обосновании номенклатуры ПК следует исходить из принципиального положения о том, что свойства продукции проявляются во взаимодействии компонентов системы «человек-продукция-среда» на всех этапах жизненного цикла продукции (ЖЦП).

Это взаимодействие проявляется по-разному для продукции различного вида и назначения, зависит от условий ее изготовления и использования и носит характер активных действий (сплошные стрелки) и противодействий (пунктирные стрелки) компонентов в средах производства и использования (рис. 4.1).

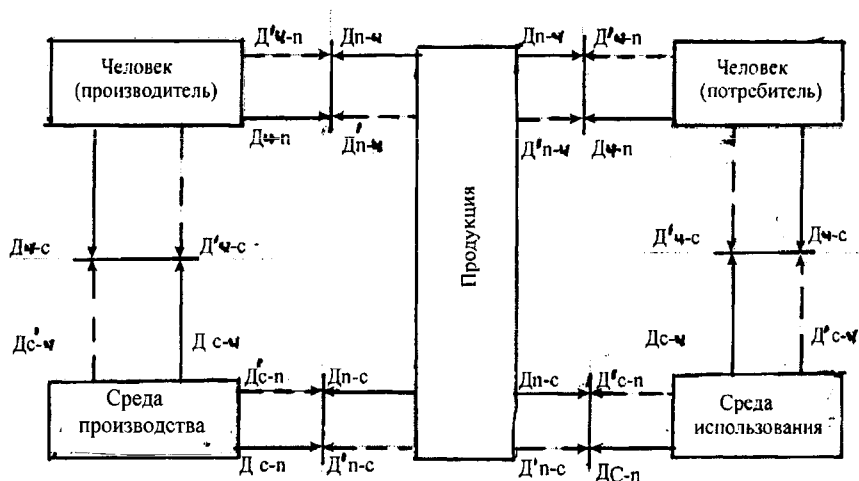


Рис. 4.1. Схема взаимодействия компонентов системы «человек-продукция-среда»

В общем случае для продукции характерны следующие воздействия на уровне компоненты в сфере производства и потребления:

$D_{п-с}$ - активное действие продукции на внешнюю среду;

$D^1_{п-с}$ - противодействие продукции воздействиям внешней среды;

$D_{п-ч}$ - активное действие продукции на человека;

$D^1_{п-ч}$ - противодействие продукции действиям человека.

Указанные действия и противодействия продукции применительно к ее назначению могут быть разделены на основные и сопутствующие.

Основное воздействие соответствует целевому назначению продукции, а свойства продукции, проявляющиеся при этом воздействии, обеспечивают полезный эффект от использования продукции по назначению при употреблении (эксплуатации).

Сопутствующее воздействие не связано с целевым назначением продукции, но свойства продукции, проявляющиеся при этом воздействии, обеспечивают дополнительное влияние продукции на другие компоненты системы – человека или внешнюю среду.

Примерный состав соответствующих групп ПК продукции, который обусловлен основными и сопутствующими воздействиями продукции на человека и внешнюю среду, приведен в табл. 4.1.

Таблица 4.1. Группа свойств продукции, проявляющихся в ее взаимодействии с внешней средой и человеком

Тип воздействия	Вид воздействия	Группа ПК продукции
$D_{п-с}$	Основное Сопутствующее	Функциональная пригодность Экологичность
$D^1_{п-с}$	Основное Сопутствующее	Надежность Ресурсопотребление
$D_{п-ч}$	Основное Сопутствующее	Функциональная пригодность Эргономичность, эстетичность Безопасность
$D^1_{п-ч}$	Основное Сопутствующее	Надежность Технологичность

При основном активном действии продукции на внешнюю среду проявляются свойства, оказывающие функциональное воздействие на среду путем передачи или преобразования энергии, изменения физических и химических свойств веществ, получения и передачи информации, формообразования и соединения или разъединения тел и т. п. Эти свойства характеризуются показателями функциональной пригодности (точности, скорости и т. д.)

Сопутствующее активное действие продукции на внешнюю среду вызывает побочный эффект, свойство которого характеризуется показателями экологичности продукции.

При основном противодействии продукции воздействиям внешней среды проявляются свойства, определяющие способность продукции выполнять заданные функции в условиях воздействия внешней среды. Эти свойства характеризуются показателями надежности и стойкости продукции к внешним воздействиям.

Сопутствующие противодействия продукции воздействиям внешней среды характеризуются свойствами, определяющими расход ресурсов внешней среды на потребление продукции, поддержание и восстановление ее свойств и т.д. Эти свойства характеризуются показателями ресурсопотребления, эксплуатационной и ремонтной технологичности продукции.

При определении состава свойств и ПК продукции как объекта оценки необходимо учитывать все возможные технические, экономические и социальные аспекты его проявления, поскольку при взаимодействии производителя и потребителя первостепенное внимание обращается на характер воздействия продукции на удовлетворение потребностей. По этому основополагающему признаку всю совокупность свойств, образующих качество продукции, следует разукрупнить на три множества, характеризующих три группы качества.

Множество свойств продукции, определяющих полезный эффект при ее потреблении (эксплуатации). К ним относятся функциональная пригодность, надежность, эргономичность и эстетичность.

Множество свойств продукции, определяющих затраты на ее создание и потребление (эксплуатацию). К ним относятся свойства, выражающие технологичность продукции в сферах ее изготовления, контроля, технического обслуживания и ремонта, а также потребление ресурсов при непосредственном использовании продукции по назначению.

Третье множество - множество свойств продукции, определяющих ее воздействие на природу – образуют природоохранные свойства продукции, к которым относятся ее безопасность и экологичность. Эти свойства характеризуют способность продукции оказывать вредное воздействие на человека и окружающую среду.

Таким образом, при проектировании, производстве и эксплуатации (потреблении) новой продукции оценка ее качества должна проводиться по всей совокупности функциональных, ресурсосберегающих и природоохранных свойств. В этом заключается существенная сторона общего системного подхода к оценке качества продукции. Несмотря на то что при обновлении выпускаемой продукции или внесении в нее некоторых усовершенствований состав оцениваемых свойств (показателей) может быть рационально ограничен, проводимые мероприятия не устраняют необходимости системного подхода к оценке качества продукции.

4.2. Теория оценивания

4.2.1. Система оценки

Теория оценивания составляет теоретическое ядро квалиметрии. В ней рассматриваются закономерности, принципы, логика и алгоритмы оценивания качества объектов и процессов.

По определению *оценка качества* представляется как четырехкомпонентная модель – система оценки

$$S_{ок} = \langle S_b, O_b, B, L \rangle, \quad (4.1)$$

включающая в себя субъект (S_b), объект (O_b), базу (B) и алгоритм оценки (L). При этом в систему квалиметрической оценки закладывается принцип сравнения, для осмысления которого рассмотрим содержание основных компонентов системы оценивания.

Субъект оценки (S_b) может быть представлен одним «оценщиком» или их группой. Формализацией S_b является пространство субъекта оценки S_b в теоретико-множественном смысле со структурой отношений в нем Λ_{SB} . Таким образом, S_b конкретизируется с помощью двух формальных объектов $\langle S_b, \Lambda_{SB} \rangle$. При этом в качестве группового S_b могут выступать лица, принимающие решения (ЛПР), и потребители. Структура отношений раскрывает отношения между ними в пространстве и во времени в процессе оценивания.

Объект оценивания (O_o) может быть представлен одним или несколькими предметами, качества которых оцениваются. Объекту оценивания соответствует объективное пространство или пространство качеств со структурой отношений в нем Λ_Q . Каждому качеству соответствует совокупность свойств Γ со структурой отношений в нем Λ_Γ . Исходя из этого, сопоставляется пространство свойств или, что то же самое, пространство качества Γ , т.е. система качества описывается также параметрами $\langle \Gamma, \Lambda_\Gamma \rangle$. Измерение качества переводит пространство свойств в пространство показателей качества ω , которому соответствует структура отношений в пространстве мер Λ_ω . В результате O_b оценивается тремя формальными объектами:

$$O_b = \langle \langle Q, \Lambda_Q \rangle, \langle \Gamma, \Lambda_\Gamma \rangle, \langle \omega, \Lambda_\omega \rangle \rangle \quad (4.2)$$

База сравнения (B) может быть также представлена одной или несколькими базами сравнения. Такое представление целесообразно формализовать с помощью теоретико-множественного пространства сравнения B , которое конкретизируется в зависимости от содержания сравнения в виде системы эталонов, группы проектов-аналогов, системы нормативов качества и т.д.

Таким образом, с учетом введенных формальных понятий система оценки $S_{ок}$ описывается как многокомпонентный кортеж

$$S_{ок} = \langle S_b \wedge_{SB}; \langle Q, \Lambda_Q; \Gamma, \Lambda_\Gamma; \omega, \Lambda_\omega \rangle; B; \theta; \delta \rangle \quad (4.3)$$

Структура отношений между данными формальными объектами определяет структуру системы оценки L . Цепочка преобразований

$$\langle Q, \Lambda_Q \rangle \rightarrow \langle \Gamma, \Lambda_\Gamma \rangle \rightarrow \langle \omega, \Lambda_\omega \rangle \rightarrow 0 \quad (4.4)$$

характеризует движение измерения и оценивания качества: от внешней фиксации O_b – к раскрытию структурности качества; от нее – к системе взаимосвязанных показателей и к определению их значений и от них – к оценке качества. Внешние по отношению к цепочке (4.4) компоненты $S_{ок}$ выступают внешними регуляторами процедуры оценивания: назначение или выделение S_b (ЛПР, один эксперт или группа экспертов); назначение B ; выбор операционной структуры алгоритма оценки L – системы операторов оценки θ .

В оценке качества присутствуют деятельный, алгоритмический и логический аспекты.

Деятельный аспект отражает организацию оценки с учетом субъект-объектных отношений по оцениванию и, соответственно, управлению качеством.

Алгоритмический аспект реализуется через структуру операций измерения и оценивания качества в алгоритмах оценки.

Логический аспект раскрывает логику оценивания качества, выбор базы оценки, основные принципы и аксиомы оценивания.

Основные положения теории оценивания формируются в виде аксиом и принципов оценивания.

4.2.2. Аксиомы оценивания

1. *Аксиома существования системы сравнения.* Оцениваемые качества всегда сравниваются в определенной системе сравнения, т.е. для каждой операции существует система сравнения S_r , в рамках которой эта операция выполняется:

$$\theta_{sr} \Rightarrow \exists S_r, \quad (4.5)$$

где $\exists$ - квантор существования;

$\Rightarrow$ - логический знак импликации («следует», «влечет»).

2. *Аксиома подчиненности системы сравнения при оценивании качества субъект-объектным отношениям по оцениванию и управлению качеством.* Система сравнения при оценке качества определена субъект-объектными отношениями по оцениванию и, соответственно, по управлению качеством:

$$\theta_{ук} \Rightarrow \theta_{ок} \Rightarrow \theta_{sr}, \quad (4.6)$$

где $\theta_{ук}$ – оператор управления качеством;

$\theta_{ок}$ – оператор оценивания;

θ_{sr} – оператор сравнения.

Аксиома отражает положение о раскрытом выше значении (4.6) субъект-объектных отношений по оцениванию.

3. *Аксиома существования границ сравнения качеств.* Оцениваемые качества сравниваются всегда в определенных границах сравнения, характеризуемых компонентами системы оценки $S_{ок}$. Данная аксиома ориентирует логику построения процедур оценивания на выявление этих границ, природа которых обусловлена природой как субъекта, так и объекта.

4. *Аксиома существования базы сравнения:* любая операция сравнения выполняется при наличии определенной базы сравнения. Для любой операции сравнения существует ее определяющая база.

5. *Аксиома абсолютной сравнимости*: сравнимость качеств абсолютна, а их несравнимость – относительна. Данная аксиома является принципом, отражающим закономерность сравнения: несравнимые качества объектов и процессов всегда можно сделать сравнимыми, если перейти к соответствующей базе сравнения и расширить класс сравнимости. Поиск такой базы сравнения связан с переходом к более общим признакам, свойствам, показателям.

6. *Аксиома полноты отношения сравнимости*. Отношение сравнимости обязательно включает или отношения тождества (сходства), или отношения различия, или отношения тождества и различия одновременно. Если операции сравнения базируются только на отношениях сравнимости по тождеству или по различию, то такие операции неполные. Если операции сравнения включают в себя отношения сравнимости по тождеству и по различию, то они полные.

7. *Аксиома сравнительного характера оценок*. Оценивание качества – это всегда сравнение качеств, и поэтому оно подчиняется аксиоматике сравнения. Данная аксиома служит основой целого ряда оценочных аксиом, теорем и принципов.

8. *Аксиома зависимости результата оценивания (O) от используемых в оценивании свойств объекта оценки*:

$$\{g\}_{об} \rightarrow O; O = f(\{g\}_{об}), \quad (4.7)$$

где $\{g\}_{об}$ – множество свойств объекта.

Аксиома подчеркивает зависимость оценки от номенклатуры оценочных свойств, от пространства качества Γ и структуры отношений в нем Λ_Γ . Одновременно она отражает возможность получения различных оценок по одному и тому же оцениваемому качеству, если оценивались свойства из различных классов свойств.

Аксиоматика оценивания составляет основу принципов квалиметрии, которые выступают регуляторами формируемых процедур оценки.

4.2.3. Принципы оценивания

К важным принципам квалиметрии, развивающим изложенную аксиоматику сравнительной логики оценивания, относятся следующие: принцип народно-хозяйственного подхода, принцип сравнительной логики оценивания, принцип соответствия уровня формализации объекта оценивания, групповой принцип управляемости, групповой принцип системности оценки, принцип экспертного оценивания.

1. Принцип народно-хозяйственного подхода подчеркивает приоритет общества как субъекта оценки, приоритет принципа народно-хозяйственных интересов. Конкретизациями этого принципа служат принципы учета общественной потребности и целевого подхода. Эти принципы подчеркивают потребительскую направленность оценки качества продуктов труда, что соответствует раскрытию контура регулирования качества по потребительской стоимости. Народно-хозяйственный принцип квалиметрии определяет важность положения разумного сочетания социальных, экономических, технико-технологических требований в процедурах оценки.

2. Принцип сравнительной логики оценивания включает в себя следующие принципы [29]:

а) Групповой принцип относительности оценок, который в централизованном виде отражает положение зависимости оценки от всех компонентов системы сравнения и включает в себя:

- принцип относительности базы оценки, подчеркивающий зависимость базы оценки от времени, целей, субъекта и объекта оценивания;

- принцип зависимости оценок от показателей качества и базы оценки можно рассматривать как одну из переформулировок принципа относительности оценок;

- принцип временной относительности оценок можно рассматривать как следствие системного принципа динамичности качества;

- принцип перевода квалиметрии в хронометрию, который служит основанием перевода относительных значений ПК во временные оценки технического уровня в терминах времени «опережения» или «отставания» по отношению к принятой базе оценки.

б) Групповой принцип субъект-объектного единства оценки. В нем отражается положение о том, что оценка должна производиться в рамках определенных субъект-объектных отношений по оцениванию и по управлению качеством соответственно. С учетом структуры системы оценки этот принцип включает в себя два принципа:

- принцип выделения аксиологически внешних и аксиологически внутренних (по субъекту) оценок. Этот принцип конкретизирует относительность оценок в зависимости от того, кто является субъектом оценок по отношению к определенной хозяйственной системе: если это «управление» в рамках данной хозяйственной системы – начальник отдела, бюро и т.д., то это будут аксиологически внутренние

оценки, а если это «управляющие» за пределами данной хозяйственной системы – аттестационные комиссии, потребитель, экспертиза и т.д., то это будут аксиологически внешние оценки;

- принцип выделения системно-внешних и системно-внутренних (по объекту) оценок уточняет оценки в зависимости от того, как рассматривается объект оценки – изолированно или в системном окружении. Изолированное рассмотрение объекта определяет класс системно-внутренних оценок, в системном окружении – класс системно-внешних оценок.

в) Групповой принцип прочих равных условий раскрывает пути построения отношений сравнимости: или через отождествление (построение определенного сходства) полезного эффекта, качества потребительской стоимости и одновременно через различие по затратам, или через отождествление (обеспечение определенного сходства) затрат и различие по мере качества потребительской стоимости.

3. Принцип соответствия уровня формализации оценки возможному уровню формализации объекта оценивания требует, чтобы названные уровни соответствовали друг другу. Если фактический уровень формализации оценок превышает возможный уровень формализации объекта оценки, то появляется опасность систематического «сдвига» оценок в сторону количественно измеряемых свойств, что ведет к появлению «ложных целей» и снижению эффективности управления качеством. Этот принцип служит основанием положения разумного сочетания «сильных» и «слабых» количественных, порядковых и семантических шкал.

4. Групповой принцип управляемости раскрывает управленческую функцию оценочной деятельности и включает в себя:

- принцип адаптивности системы оценки, требующий своевременного пересмотра коэффициентов весомости и базы данных;
- принцип выбора оценочных ПК среди управляемых показателей.

5. Групповой принцип системности оценки вытекает из системной природы качества, рассмотренной выше. В группу принципа системности входят:

- принцип многоуровневости системы оценок, отражающий принцип иерархического построения качества;
- принцип передачи требований к базе оценки от системно-внешних оценок;

- принцип учета весомостей в модели оценки;
- принцип соответствия системности оценки системности объекта оценки, который увязывает сложность системы оценки (иерархию показателей, шкалы, веса) со сложностью системы качества оцениваемого объекта.

6. Принципы экспертного оценивания рассматриваются в разделе 6.1.

4.3. Квалиметрические шкалы

Центральное место в процедуре оценивания занимает построение квалиметрических шкал.

Квалиметрической шкалой называется тройка формальных объектов: исходное множество измеряемых свойств $\{r\}$ или же их мер $\{\mu\}$, множество отображений шкалирования $\{\gamma\}$ и множество значений отображения γ^* , т.е. шкала – это

$$\langle \{r\}, \{\gamma\}, \gamma^* \rangle \text{ или } \langle \{\mu\}, \{\gamma\}, \gamma^* \rangle \quad (4.8)$$

Квалиметрические шкалы подразделяются на качественные и количественные.

4.3.1. Качественные шкалы

К качественным шкалам относятся номинальные и порядковые.

Номинальное шкалирование. Номинальное шкалирование есть мера качества γ_n , основанная только на отношении эквивалентности ($\approx$) по определенным свойствам (показателям):

$$\gamma_n: \langle \{r\}, \approx \rangle \rightarrow \langle \{\mu\}, = \rangle, \quad (4.9)$$

т.е. система качеств или свойств с заданными на них отношениями эквивалентности « $\approx$ » по определенным признакам отображается в числовую систему с заданными на ней отношениями равенства « $\approx$ ».

В номинальном шкалировании числа μ носят условный характер, они являются своеобразными «метками» классов качества. С измеренческой точки зрения здесь важен факт различения чисел. Допустимые преобразования – все взаимнооднообразные числовые функции. Они лишь заменяют название категории объекта, поэтому это фактически шкала обозначений, а не измерений. Примером номинального шкалирования является аттестация качества: «0» - высшая категория качества; «1» - первая категория качества; «2» - вторая категория качества. В этом случае признаком, определяющим номинальные клас-

сы, явится уровень технико-экономических показателей продукции [14], которая «соответствует лучшим отечественным и мировым достижениям и превосходит их», «соответствует современным требованиям стандартов и потребностям», «не соответствует требованиям народного хозяйства, морально устарела и подлежит модернизации или снятию с производства». Конкретизация признака в численном отношении происходит в процессе подготовки материалов к аттестации и самой аттестации.

Частным случаем номинального шкалирования является альтернативное шкалирование, разбивающее множество качеств, свойств ПК на два класса, которым присваивается значение «0», если данный признак (свойство, множество значений показателя) отсутствует, и «1», если присутствует. Примером альтернативного шкалирования является разбивка работ на работы удовлетворительного качества («1») и брак («0»).

В процессе оценки качества номинальное шкалирование выполняет классификационную функцию управления качеством.

Порядковое (ранговое) шкалирование есть мера, основанная на отношениях предпочтения и порядка по определенным признакам качества. Порядковая шкала фиксирует отношения «больше», «меньше», «лучше», «хуже», т.е. порядковая шкала сопоставляет между собой и ранжирует размеры, численные значения которых остаются неизвестными. Результатом сопоставления и ранжирования является сам ранжированный ряд. Оценки по шкале порядка являются малоинформативными, т.к. не дают возможности определить, во сколько раз один размер больше или меньше другого. Однако на основе шкалы порядка можно осуществить некоторые логические операции. Например, если известно, что $\mu_1 > \mu_2$, а $\mu_2 > \mu_3$, то, следовательно, и $\mu_1 > \mu_3$. Структурная схема оценок по шкале порядка приведена на рис. 4.2.

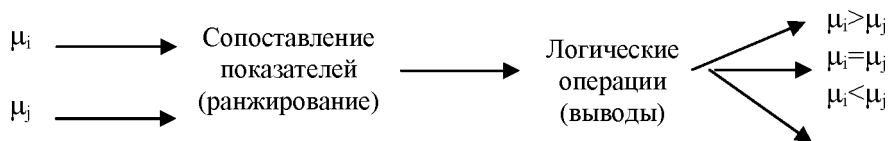


Рис. 4.2. Структурная схема оценок по шкале порядка

Оценки по шкале порядка используются при различных контролях, например, при контроле единичных и комплексных показателей качества, при классификационной их оценке, а также при стандартизации и сертификации продукции (услуг).

4.3.2. Количественные шкалы

К количественным шкалам относятся интервальные шкалы и шкалы отношения.

Интервальные шкалы – это мера качества, инвариантная относительно линейных положительных преобразований отношения длин интервалов значений ПК. Частными случаями интервального шкалирования являются шкалы разности и отношения.

Шкала разности – это измерительная шкала, математической моделью которой служит выражение

$$Q_i - Q_{j\text{баз}} = \Delta Q_i, \quad (4.10)$$

в котором при построении шкалы разности из i -го значения показателя качества рассматриваемой продукции Q_i вычитается значение показателя качества базового образца $Q_{j\text{баз}}$. Это может привести к следующим вариантам результатов сравнения:

- значения ΔQ_i расположены выше нулевого уровня, что говорит о более высоком уровне качества рассматриваемой продукции по сравнению с базовым образцом;
- значения ΔQ_i расположены ниже нулевого уровня, следовательно, наблюдается более низкий уровень качества рассматриваемой продукции по сравнению с базовым образцом;
- значения ΔQ_i расположены как выше, так и ниже нулевого уровня, поэтому нет однозначного решения по оценке уровня качества продукции.

При этом нулевое значение величины на шкале разности выбирается произвольно, деление (градация) шкалы на равные части не регламентируется. Однако градация позволяет выразить результат измерения в числовой мере. При наличии масштаба измерение по шкале разности осуществляется подсчетом числа градаций, имеющих в

интервале ΔQ_i . Следовательно, градация здесь служит единицей измерения. Примером измерений по шкале разности является измерение температур. Единица градации в этом случае называется градусом. На шкале Цельсия за начало отсчета принята базовая (опорная) точка – критическая температура замерзания воды. С этой температурой сравниваются все другие температуры.

Шкала отношений – это измерительная шкала, на которой определяется численное значение измеряемой величины K_i как математическое отношение:

$$K_i = \frac{Q_i}{Q_{i\text{баз}}}, \quad (4.11)$$

$$K_i = \frac{Q_{i\text{баз}}}{Q_i}, \quad (4.12)$$

где Q_i – значение i -го показателя качества оцениваемой продукции;

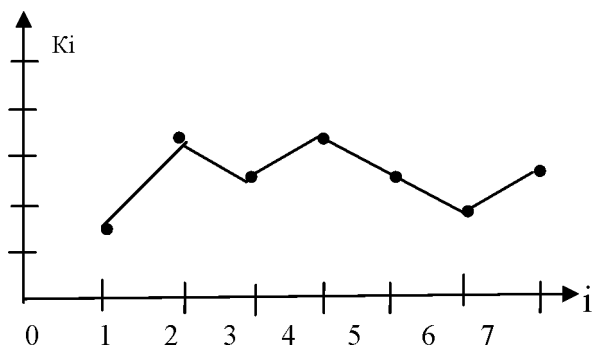
$Q_{i\text{баз}}$ – значение i -го базового показателя;

I – количество показателей качества продукции.

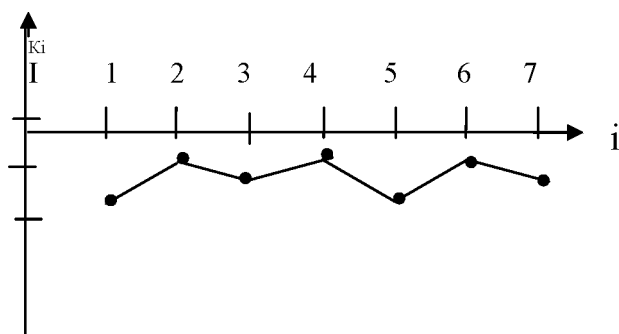
Выбирают ту формулу, при которой увеличение относительного показателя K_i соответствует повышению качества продукции. Так, для показателя механической прочности машиностроительных изделий применяют формулу (4.11), а для показателей уровня несоответствий (дефектов) – формулу (4.12).

Как и в предыдущем методе, при сравнении показателей качества продукции могут возникнуть следующие варианты (рис. 4.3).

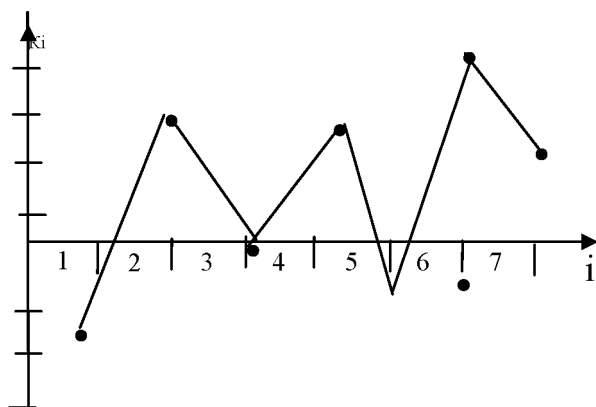
В отличие от шкалы разностей шкала отношений не имеет отрицательных значений. Со значениями K_i и Q_i возможны все математические действия. Поэтому шкала отношений является наиболее совершенной и широкоприменяемой. Однако построение шкалы отношений и измерение с ее помощью не всегда возможно. Например, время измеряется только по шкале интервалов, а вес обычно измеряют по шкале отношений, хотя его можно измерить и по шкале интервалов, так как шкала отношений является частным случаем шкалы интервалов.



Все значения K_i больше единицы (эталонного уровня), следовательно, уровень качества оцениваемой продукции выше базового образца



Все значения K_i меньше единицы, поэтому уровень качества оцениваемой продукции ниже базового образца



Если часть K_i больше единицы, а часть – меньше, то нельзя однозначно оценить уровень качества продукции

Рис. 4.3. Сравнение показателей качества продукции по шкале отношений

4.4. Определение коэффициентов весомости ПК

4.4.1. Концепции определения коэффициентов весомости

Теория определения коэффициентов весомости синтезирует теоретические достижения целого комплекса научных направлений, связанных с проблемами принятия решений, планирования, проектирования, моделирования и управления.

Рассмотрение теории коэффициентов весомости на базе концепции квалиметрии показывает, что субъект-объектная природа системы оценки качества отражает действия группового принципа субъект-объектного единства оценки.

Субъект оценки определяет субъективную природу коэффициентов весомости: их структура отражает структуру предпочтений, интересов, целей субъекта.

Объект оценки определяет объективную природу весов: их структура отражает структуру вкладов качества частей, свойств и групп свойств в качестве целого, где они приобретают смысл мер влияния частных показателей на общий показатель, которым могут быть затраты (стоимость), эффективность (интегральный показатель качества) и т.п. Объектная природа весомостей отражает структурную гармонию, выраженную в качестве создаваемых объектов, закономерности их организации и функционирования.

Применяемые методы определения коэффициентов весомостей отражают в себе несколько концепций.

Первая – концепция положительного влияния. Она связана с трактовкой весов как коэффициентов влияния на составляющие полезного эффекта и совокупных затрат, на увеличение вероятности достижения цели управления, повышение точности и снижение дефектности работ и т.п.

Вторая – концепция отрицательного влияния. Она определяет трактовку весов как коэффициентов отрицательных вкладов. Если первая концепция отражает направленность на поощрение максимизации эффективности (качества), то вторая – на поощрение минимизации отрицательных эффектов, непроизводительных затрат, брака и т.д. В данной концепции веса имеют смысл штрафов, функций потерь и т.п.

Третья концепция – комбинированная – положительно-отрицательного влияния. В этом случае в свертках используются коэффициенты весомости с положительным и отрицательным знаками.

Наиболее часто такая схема применяется при оценке качества проектирования, процессов.

Четвертая концепция – оптимизационная, связанная с первыми тремя. В ней веса трактуются как потери при отклонении от оптимума в соответствующих шкалах и метриках.

Пятая концепция – управленческая. В соответствии с ней система управляющих воздействий обеспечивает максимальное приближение к цели управления качеством: к эталону качества, к оптимальному, идеальному уровню качества и т.д.

Шестая концепция – целевая концепция весов, в которой делается акцент на целевой (потребительский) характер весов. В ней для определения коэффициентов весомости используются методы теории исследования операций, теории игр.

При оценке уровня качества комплексным методом возникает необходимость установления весомости свойств объекта, их важности с точки зрения полноты удовлетворения потребностей, для которых она предназначена.

Весомость (значимость) отдельных свойств, качественных характеристик объекта устанавливается с помощью коэффициентов весомости. Коэффициенты весомости представляют собой безразмерные величины, такие, что для n единичных ПК, входящих в обобщенный ПК, верно равенство

$$\sum_{i=1}^n m_i = 1, \quad (4.13)$$

где m_i – коэффициент весомости для i -го единичного ПК.

4.4.2. Методы определения коэффициентов весомости

Существуют следующие методы определения коэффициентов весомости: метод предельных и номинальных значений, метод эквивалентных соотношений, метод стоимостных регрессионных зависимостей, экспертный метод.

Метод предельных и номинальных значений основан на использовании известных предельных допустимых значений ПК изделий, определяющих требования к годным изделиям или принадлежности его к данной категории качества.

Для средневзвешенного арифметического показателя коэффициент весомости определяется по формуле

$$m_{ia} = \frac{\frac{1}{P_{in} - P_{inp}}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{P_{in} - P_{inp}}} , \quad (4.14)$$

где P_{in} - номинальное значение ПК,

P_{inp} – предельное допустимое значение ПК.

Для средневзвешенного геометрического показателя коэффициент весомости определяется по формуле

$$m_{iz} = \frac{\frac{1}{\lg(P_{in} / P_{inp})}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\lg(P_{in} / P_{inp})}} . \quad (4.15)$$

Метод эквивалентных соотношений основан на определении изменения обобщенного ПК оцениваемого образца изделия в процентах в зависимости от увеличения единичных ПК этого изделия на 1%. При использовании средневзвешенного арифметического показателя

$$Q = \sum_{i=1}^n m_{iQ} \cdot P_i \quad (4.16)$$

или

$$Q - Q_{i\bar{o}} = \sum_{i=1}^n m_{iQ} \cdot (P_i - P_{i\bar{o}}) \quad (4.17)$$

коэффициенты весомости m_{iQ} показателя P_i вычисляют по формуле

$$m_{iQ} = \frac{\Delta Q_i}{\Delta P_i} , \quad (4.18)$$

где ΔQ_i – изменение значения обобщенного показателя при увеличении значения i -го ПК изделия на 1% (ΔP_i);

$Q_{\bar{o}}$, $Q_{i\bar{o}}$ – значения соответственно обобщенного и i -го единичного ПК базового образца;

m_{iQ} - коэффициент весомости i -го ПК изделия средневзвешенного арифметического показателя;

P_i - значение i -го ПК нового уровня.

Метод стоимостных регрессионных зависимостей основан на построении приближенных зависимостей между затратами на создание и эксплуатацию продукции данного вида (или пропорциональными им показателями) и показателями качества продукции. Метод целесообразно применять в тех случаях, когда имеющееся число вариантов продукции достаточно велико и превосходит число выбранных показателей.

Вид зависимости, как правило, выбирают соответственно используемому комплексному ПК. Например, если для комплексной оценки уровня качества используется средний взвешенный геометрический показатель, то для построения регрессионной зависимости между затратами и ПК целесообразно выбирать следующее выражение:

$$\lg \frac{S}{S_{cp}} = \sum_{i=1}^m \mu_i \lg \frac{P_i}{P_{icp}}, \quad (4.19)$$

где S_{cp} и P_{icp} - величины, полученные усреднением по всем вариантам продукции фактических затрат и соответствующих ПК; μ_i - параметры аппроксимации, определяемые методом наименьших квадратов. В этом случае коэффициенты весовости равны соответствующим параметрам регрессионной зависимости.

Экспертный метод

Для определения коэффициентов весовости экспертным методом создаются экспертные комиссии, в состав которых должны входить высококвалифицированные специалисты и авторы изделия. Экспертная комиссия принимает решение согласно принятой методике проведения опросов (метод комиссий, метод интервью, метод отнесенной оценки и т.д.).

Эксперты определяют коэффициенты весовости ПК в баллах (в долях единицы, по пяти-десятибалльной шкале и т.д.).

Полученные результаты используются для определения среднего арифметического значения коэффициентов весовости i -го ПК по формуле

$$\bar{a}_c = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N a_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (4.20)$$

где N - число экспертов;

a_{ij} - параметры весомости i -го показателя, данные j -м экспертом;

n - число ПК продукции.

Нормированные коэффициенты весомости рассчитываются по формуле

$$q_i = \frac{\bar{a}_i}{\sum_{i=1}^n \bar{a}_i} . \quad (4.21)$$

При этом выполняется условие $\sum_{i=1}^n q_i = 1$, $q_i > 0$.

Целесообразно сочетать экспертный метод с методами, основанными на применении объективных исходных данных, уточнять ранее определенные экспертами значения параметров весомости по мере накопления опыта разработки, производства и эксплуатации продукции.

Стоимостной способ. Основу этого способа составляет следующая посылка: весомость M_j является монотонно возрастающей функцией от аргумента S_j , выражающего денежные или трудовые затраты, необходимые для обеспечения существования j -го свойства. Иначе говоря, если

$$M_j = \varphi(S_j), \text{ то при } S_j > S_{j-1}$$

$$M_j > M_{j-1} . \quad (4.22)$$

Некоторые авторы определяют весомость M_j по формуле

$$M_j = \frac{S_j}{\sum_{j=1}^n S_j} . \quad (4.23)$$

Таким образом, весомость свойства оказывается идентичной весомости соответствующих затрат.

Иным путем предлагает определять весомость В.Р.Верченко. С его точки зрения, для каждого j -го свойства весомость M_j должна вычисляться своим специфическим способом. Например, для станков, машин и т.д. весомость такого свойства, как «производительность», должна определяться выражением

$$M_j = \frac{q_j}{q_j^{\text{эт}}} , \quad (4.24)$$

где q_j и $q_j^{\text{эт}}$ - стоимости единицы выработанной продукции рассматриваемого и эталонного изделий.

Аналогично определяется весомость такого свойства как «материалоемкость»

$$M_j = \frac{T_j}{T_j^{\text{эт}}} , \quad (4.25)$$

где T_j и $T_j^{\text{эт}}$ - сроки службы оцениваемого и эталонных образцов.

Достоинством любой разновидности стоимостного способа определения весомости является его крайняя простота. Действительно, основное условие применения этого принципа – умение определить затраты на поддержание определенного уровня соответствующего свойства качества – обычно не вызывает особых трудностей.

Экспертный способ основан на усреднении оценок весомостей, даваемых группой экспертов. Он отличается гибкостью, наглядностью и привычностью. Благодаря этому весомость M_j определяется на его основе в подавляющем большинстве методик оценки качества. Однако незнание теории и правил проведения экспертизы приводит к тому, что в некоторых методиках допускаются серьезные ошибки. Поэтому данный метод более подробно рассмотрен в приложении.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается системный подход к оценке качества?
2. Раскройте сущность модели системы оценки качества.
3. Сформулируйте аксиомы оценивания.
4. Назовите принципы оценивания.
5. Какие разновидности качественных квалитетических шкал вы знаете? Назовите их достоинства и недостатки.
6. Какие разновидности количественных квалитетических шкал? Назовите их достоинства и недостатки.
7. Назовите концепции определения коэффициентов весомости.
8. Какие способы определения коэффициентов весомости показателей качества вам известны? В каких случаях они используются?
9. Назовите преимущества и недостатки экспертного метода определения коэффициентов весомости.

5. ОЦЕНКА УРОВНЯ КАЧЕСТВА

5.1. Алгоритм оценивания уровня качества

Основная задача квалиметрии – разработка алгоритмов оценивания качества объектов и способов выполнения отдельных операций в ходе этой разработки. Они предназначены для определения однородных групп потребителей; однородной группы объектов, подлежащих оцениванию; этапов существования этих объектов, во время которых главную роль играют различные свойства объектов; лучших объектов, предназначенных для выполнения тех же функций, что и объектов, подлежащих оцениванию, с которыми может быть проведено сопоставление; цели оценивания.

Упрощенный типовой алгоритм оценивания уровня качества приведен на рис. 5.1.

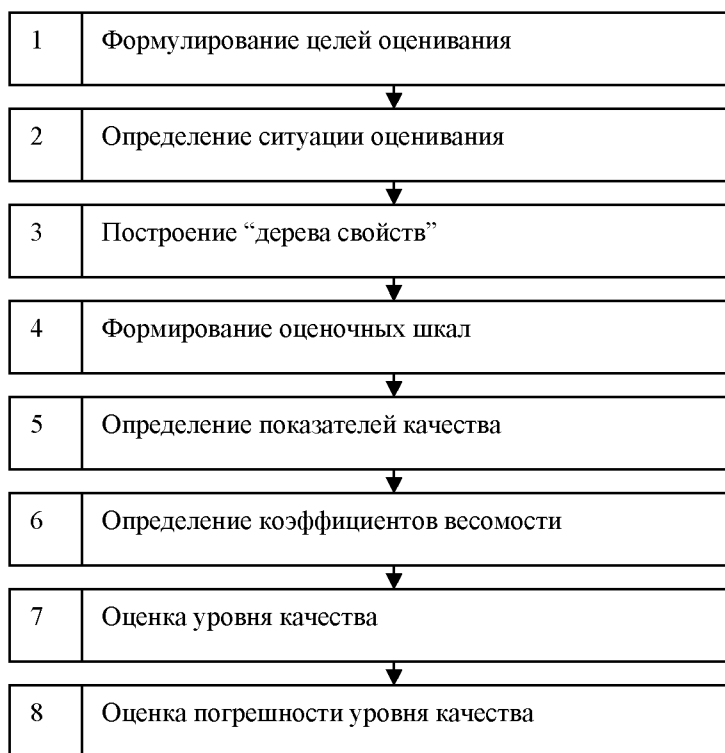


Рис. 5.1. Упрощенный типовой алгоритм оценивания уровня качества

Рассмотрим кратко содержание этих операций и связанные с ними задачи.

Формулирование целей оценивания

Ситуация оценивания – слабо формализованное описание условий существования и использования объекта потребления (изделия), необходимое для разработки алгоритма оценивания качества [33].

К числу практических задач оценивания качества объектов относятся:

- разработка единых принципов и методов оценки уровня качества продукции для обеспечения репрезентативности и сопоставимости результатов оценки;
- обоснование выбора и установление состава показателей качества продукции;
- разработка методов определения численных значений показателей качества, сбора и отбора исходных данных для их вычислений и установление требований к точности таких вычислений;
- разработка единых принципов и методов оценки отдельных свойств продукции.

Решение задач оценки качества продукции в каждом отдельном случае имеет свою определенную цель:

- сравнение различных возможных вариантов проектируемых изделий для выбора наилучшего;
- сравнение различных возможных вариантов повышения качества изготовления продукции для выбора наилучшего;
- анализ эффективности проведенных мероприятий по повышению уровня качества продукции;

Формирование целей оценивания отражается в выборе целевой функции оценки, зависящей от отдельных показателей качества таким образом, чтобы ее экстремальное значение соответствовало наилучшему из сравниваемых решений. Выбранная таким образом целевая функция может использоваться и как критерий оптимизации при постановке и решении соответствующих задач, а главное, позволяет своевременно и всесторонне принять обоснованное управленческое решение. При этом возможны две ситуации:

- решение жестко связано с оценками, то есть полученная объектом оценка непосредственно определяет решение, которое будет принято по отношению к нему, независимо от того, какие оценки получены другими объектами;

- решения в отношении одного из объектов принимают в зависимости от того, какие оценки получены другими объектами. В этом случае решение чаще всего состоит в выборе одного объекта, получившего высшую оценку качества из всей совокупности оцениваемых объектов (выбор комплектующих изделий, узлов, оборудования).

Формулирование целей оценивания играет решающую роль в разработке и применении алгоритма оценивания, а также методики оценивания качества МОК.

Определение ситуации оценивания

Для того чтобы правильно определить состав свойств, образующих качество, определяют ситуацию оценивания. При составлении описания ситуации оценивания следует:

- провести наиболее подробное описание группы однородных объектов, к которым принадлежит оцениваемый объект, указывая как можно больше отличительных признаков этой группы;
- составить описание жизненного цикла изделия (ЖЦИ) и особенно детально описать те этапы, на которых будет произведено оценивание качества;
- перечислить группы потребителей, сталкивающихся с объектом оценивания на данном этапе ЖЦИ и предъявляющих к объекту одинаковые требования. Обосновать отказ от учета требований некоторых из этих групп и перечислить требования учитываемых групп (группы пользователей, с позиции которых будет проведена оценка технологического качества объекта).

При описании особенностей процесса использования значений свойств (показателей) качества оцениваемого объекта необходимо учитывать:

- уровень социальной иерархии;
- сопоставимость значений показателей качества;
- в какой шкале (рангов или отношений) должно выражаться значение показателей качества;
- максимально допустимое время на оценивание качества одного объекта;
- технологию вычисления значения показателей качества.

При описании особенностей процесса разработки МОК следует выяснять:

1. Имеется ли в какой-либо другой организации МОК для оцениваемого вида объектов?

2. Имеется ли возможность получить некоторые готовые вспомогательные материалы, необходимые для разработки МОК?

3. Каковы допустимые в конкретной ситуации затраты труда и времени на разработку МОК?

После определения ситуации оценивания можно приступить к построению “дерева свойств”.

Построение “дерева свойств”

Построение “дерева свойств” имеет большое значение, так как при неправильном выполнении составляющих его операций результаты оценивания качества, полученные с помощью некорректно построенного дерева, могут оказаться неверными. При этом ошибка может проявляться в любой шкале, в которой будут выражаться значения показателей качества.

Для построения “дерева свойств” необходимо составить возможно более полный перечень требований, предъявляемых основными потребителями, используя следующие источники:

- техническую документацию на объект исследования;
- инструкции по эксплуатации объекта оценивания, объектов аналогичного назначения;
- данные изучения рынка потребительского спроса и прогнозные данные, касающиеся ожидаемых требований потребителя;
- ГОСТы и другие методические документы, регламентирующие требования к объекту оценивания;
- опрос экспертов.

Следует придерживаться следующих правил построения “дерева свойств”:

- на последнем уровне “дерева свойств” располагаются единичные показатели, непосредственно измеренные инструментальным или экспертным способом;
- в “дерево свойств” должны быть включены все показатели, которые были выявлены в ходе операции оценки согласованности по критериям: уровень согласованности экспертов и показатель согласованности индивидуальной группировки экспертов.

Правила, регламентирующие структуру группы свойств:

- необходимость и достаточность числа свойств в группе для адекватного описания сложного свойства, расположенного на “дереве свойств” на один ярус ниже;
- единый признак деления для свойств в группе;

- минимум свойств в группе (не более семи-девяти);
- случайный характер расположения свойств в группе.

Важна и группа правил, обеспечивающих учет в “дереве свойств” взаимосвязей, возникающих в системе “человек-объект-среда”. В соответствии с этими правилами для большинства объектов машиностроительной продукции начальные уровни “деревя свойств” могут быть получены как частные случаи “деревя общих свойств” (рис. 5.2.). Из “деревя общих свойств” следует исключить показатели, не соответствующие специфике оцениваемого объекта и ситуации оценивания, а также добавить показатели назначения.



Рис. 5.2. Начальные уровни “деревя общих свойств”

Учет вышеизложенных правил необходим не только для уменьшения ошибок квалиметрических оценок, но и для проведения анализа качества объекта с целью выявления направлений его совершенствования.

Формирование оценочных шкал является важным звеном разработки. Поскольку квалиметрия имеет дело с показателями, ранее не подвергавшимися измерению, то создание шкал является самостоятельной задачей. Более подробно квалиметрические шкалы рассматриваются в разделе 4.3.

Определение показателей качества. Всякий объект может быть охарактеризован множеством свойств (показателей), которые проявляются при его контактах с теми или иными группами людей – “потребители”. Именно эти свойства определяют “качество”. Но потребителями являются не только лица, которые используют объект по назначению, но и те, кто его создает, транспортирует к месту потребления, хранит и в конечном счете утилизирует. Каждая из этих групп лиц представляет свои требования к объекту и поэтому качество объекта для них имеет разное содержание. Также содержание качества объекта меняется в зависимости от этапа ЖЦИ, условий потребления и требований той или иной группы потребителей.

Потребительские показатели бывают единичные и комплексные. Единичные – это те, которые можно измерить непосредственно (инструментально или экспертно). Единичные показатели объединяют в однородные группы, каждая из которых служит основой для расчета комплексного показателя. Последнее также объединяют в группы до тех пор, пока не будет получен единственный комплексный показатель качества. Выбор номенклатуры показателей качества и методы определения их значений рассмотрены в разделах 3.3-3.5.

Определение коэффициентов весомости. После того как разработаны оценочные шкалы измерения единичных показателей выбирают способ оценивания их относительной значимости (весомости) для комплексной оценки качества ближайшего по “дереву свойств” уровня. Также происходит оценивание коэффициентов весомости комплексных показателей, входящих в общую группу, для показателя качества следующего уровня и т.д. Как правило, это оценивание выполняют в баллах или же в долях единицы. Методы определения коэффициентов весомости изложены в разделе 4.4.

Оценка уровня качества в общем случае может проводиться как по всей совокупности ее функциональных, ресурсосберегающих и

природоохранных свойств с учетом стадий ЖЦИ, так и дифференцировано по отдельным ее свойствам на отдельных этапах [53].

Основная задача оценки уровня качества может быть сведена к задаче комплексных оценок показателей свойств объекта. При этом правильность комплексной оценки зависит не только от определения весомости свойств, но и от столь важных вопросов:

- каков вид зависимости между показателем свойства P_{ij} и его оценкой K_{ij} ?
- каким методом сводить воедино оценки единичных свойств для получения комплексных оценок качества?

Наиболее часто используются следующие виды зависимости между показателями свойств P_{ij} и их оценкой K_{ij} : линейная, нелинейная, не выраженная в явном виде.

Линейная зависимость. Оценка свойства K_{ij} определяется отношением

$$K_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_{ij}^{\text{баз}}}, \quad (5.1)$$

где $P_{ij}^{\text{баз}}$ - базовое значение показателя.

Как следует из формулы (5.1), любому изменению показателя соответствует пропорциональное изменение оценки.

Нелинейная зависимость оценки качества

$$K_{ij} = \frac{P_{ij} - P_{ij}^{\text{баз}}}{P_{ij}^{\text{баз}} - P_{ij}^{\text{бр}}}, \quad (5.2)$$

где $P_{ij}^{\text{бр}}$ - показатель брака.

Степень соответствия любого из свойств измерительного устройства требованиям, зафиксированным в технических условиях, определяется формулой

$$Z = 100 \exp\left(1 - \frac{x + \Delta x}{\sigma}\right)\%, \quad (5.3)$$

где x - действительное отклонение показателя;

Δx - погрешность определения x ;

σ - предельно допустимое отклонение показателя от значения, указанного в технических условиях.

При оценке эстетических и эргономических свойств качества связь между абсолютным показателем P_{ij} и оценкой свойства K_{ij} выражается формулой

$$P_{ij} = \gamma \log K_{ij}, \quad (5.4)$$

где γ - некоторая постоянная.

Зависимость, не выраженная в явном виде, может быть выражена двумя методами: изучением экономической эффективности использования и экспертным методом.

Оценка погрешности уровня качества – заключительный этап алгоритма оценивания уровня качества. На этом этапе определяют вероятность ошибки в принятии решения с помощью разработанного алгоритма и устанавливают критерий достоверности принимаемых решений на основе вычисленной комплексной оценки. Вычисление комплексной оценки приведено в разделе 5.2.3.

Погрешность оценки уровня качества есть некоторая результирующая группа погрешностей, появляющихся при выполнении различных операций, в соответствии с алгоритмом комплексной оценки, которая может быть представлена в виде

$$\Delta K_0 = f(\Delta K_c; \Delta K_e; \Delta K_{ed}; \Delta K_k), \quad (5.5)$$

где ΔK_c - погрешность количества свойств, характеризующих качество;

ΔK_e - погрешность определения весомости свойств;

ΔK_{ed} - погрешность степени точности оценки единичных свойств;

ΔK_k - погрешность оценки комплексных свойств.

Анализ погрешности комплексных оценок должен помочь ответить на вопрос: какая функция усреднения является предпочтительнее?

Важность проблемы точности комплексной оценки качества продукции представляется очевидной. Однако решение ее усложняется большим количеством различных факторов, влияющих на точность, и требует совместных усилий квалиметрологов, психологов, математиков и метрологов.

5.2. Методы оценки уровня качества продукции

5.2.1. Классификация комплексных оценок качества

Комплексные оценки качества могут быть классифицированы по следующим признакам [48]:

- по виду оценок;
- размерности;
- достоверности;
- области применения;
- информативности;
- совместимости.

По виду оценок разделяются на точечные, интервальные, вероятностные и комбинированные.

Точечные оценки получаются в том случае, когда вся исходная информация (единичные составляющие) в функции оценивания определяется одним числом. Точечные оценки дают конкретное значение оценки качества продукции (услуг) и поэтому вычисляются наиболее просто. Однако точечные оценки, как правило, недостаточно информативны и характеризуются значительными рисками при их сопоставлении поставщиком и потребителем. Кроме того, точечные оценки сами по себе не несут информации о величине вероятной или максимальной ошибки, допускаемой при точечном оценивании. Поэтому для таких целей следует пользоваться интервальными оценками, которые определяются двумя числами.

Интервальные оценки получаются в том случае, когда все или часть исходных единиц информации в функции оценивания представлены интервальными значениями. Интервальное оценивание позволяет с доверительной вероятностью судить, внутри какого интервала может лежать истинное значение оцениваемого параметра, и тем самым способствует поставщику и потребителю продукции (услуг) получить сопоставимые результаты и уменьшить риски при их сопоставлении. Такие оценки более предпочтительны, чем точечные.

Вероятностные оценки получаются в том случае, когда исходные единицы информации в функции оценивания представлены в вероятностном виде. Вероятностные оценки обязательно учитывают законы распределения составляющих аргументов функции оценивания и числовые значения параметров этих законов, и поэтому наиболее достоверны и информативны. Однако они требуют значительных за-

трат на выявление законов распределений составляющих аргументов функции оценивания и по этой причине их применение ограничено.

Комбинированные оценки получаются при частичном представлении в функции оценивания точечных, интервальных или вероятностных значений для аргументов функции оценивания. Комбинированные оценки повышают достоверность и информативность оценок. Поэтому их применение для практических целей наиболее предпочтительно.

По размерности оценки подразделяют на безразмерные, натуральные, лингвистические и стоимостные.

Безразмерные оценки возникают в том случае, когда исходные элементы статистики (информации) в функции оценивания приведены методом отношения к мере, т.е. представлены по шкале отношений. Такие оценки вычисляются достаточно просто, вполне сопоставимы и поэтому применяются наиболее часто.

Натуральные оценки – оценки, когда исходная информация в функции оценивания представлена методом непосредственного оценивания, т.е. представлена по шкале интервалов. Такие оценки являются специфическими и применяются для конкретной продукции, так как имеют различную размерность в зависимости от объекта оценивания. Натуральные оценки по причине специальности подбора ПК применяются значительно реже.

Лингвистические оценки – оценки, когда исходные элементы информации (единичные ПК) в функции оценивания представлены словами или фразами естественного языка множеством семантических смысловых единиц, типа отличной, хорошей, пригодной, не пригодной и пр. Применение таких оценок требует разработки специальных семантических, логических и математических правил ранжирования слов и фраз и придания им численных значений мер по закономерностям, характерным для нечетких множеств.

Стоимостные оценки – оценки, когда элементы исходной информации приведены к единицам стоимости на основе специальных исследований. Стоимостные показатели используются как предварительная или дополнительная информация для оценок качества продукции (услуг).

По достоверности оценки разделяют на достоверные и недостоверные.

К достоверным относятся оценки, для которых элементы исходной информации в функции оценивания заданы с определенной

погрешностью, по единой шкале, с конкретным их набором, в заданном оценочном диапазоне, с заданными оценочными рисками.

К недостоверным относятся оценки, которые могут быть получены без перечисленных к ним требований и использованы как дополнительная или предварительная информация о качестве продукции (услуг). Естественно, такие оценки не могут быть использованы в проектах и как арбитражные.

По области применения различают оценки поставщика, оценки потребителя, оценки в проектах, арбитражные оценки, рекламные оценки.

Оценки поставщика имеют цель оценить качество продукции, которая ставится на производство, поставить в известность об этих оценках возможных потребителей и сравнить с аналогичными оценками продукции, поставляемой конкурентами.

Оценки потребителя имеют цель по полученным результатам расчета выбрать подходящую продукцию для реализации или продажи и определить тенденции в совершенствовании определенного вида продукции.

Оценки в проектах имеют цель определить доходность и возможные риски возникновения ущерба от выбора продукции.

Арбитражные оценки проводятся с целью выявления разногласий между поставщиком и потребителем в расчетных оценках качества и принятия решений по искам.

Рекламные оценки проводятся с целью привлечь внимание потенциальных потребителей к конкретной продукции или способствовать привлечению продукции на отечественный или зарубежный рынок.

Информативность оценок качества продукции (услуг) определяется:

- числом единичных ПК в функции оценивания;
- весомостью единичных ПК;
- количеством информации, которую несет каждый единичный ПК;
- количественной мерой информативности расчетной оценки качества;
- максимальной мерой информативности;
- достигнутой мерой информативности;
- допустимой мерой информативности.

Число единичных ПК, используемых в оценочной функции, в определенной мере отражает информативность оценки. С увеличением единичных ПК информативность оценки возрастает. Однако при этом необходимо определять числовое значение меры информативности. Чем больший объем информации был использован при вычислении оценки, тем большая мера информативности. С методикой вычисления значения меры информативности можно познакомиться в работе [44].

Однако мера информативности должна быть сопоставимой. Для сопоставимости необходимо знать:

- максимальную меру информативности, характеризующую максимальный объем информации, который может быть учтен в функции оценивания;
- достижимую меру информативности, характеризующую объем информации в функции оценивания, достижимый на современном этапе;
- достижимую меру информации, характеризующую достигнутый уровень учета информации о свойствах продукции (единичных ПК) в принятой методике оценивания качества.

Совместимость оценок характеризуется:

- единством методик оценивания;
- разностью точечных оценок, произведенных поставщиком и потребителем при заданных оценочных рисках;
- характером сопоставления интервальных оценок;
- разностью мер информативности, используемых поставщиком и потребителем.

В процессе сопоставления оценок качества продукции, полученных поставщиком и потребителем, необходимо выполнение условия единства методик оценивания. В противном случае достичь совместимости оценок невозможно.

Когда единство методик обеспечено, совместимость определяется разностью точечных оценок, полученных поставщиком и потребителем. При значительной разности оценок совместимость отсутствует. Необходимо найти причины несовместимости, устранить их и провести повторные оценки.

Совместимость в случае интервальных оценок определяется наложением расчетных интервалов поставщика и потребителя, выяснением степени и места перекрытия интервалов.

Совместимость оценок определяется также разностью мер информативности, использованных поставщиком и потребителем. При этом значительная разность мер информативности свидетельствует о несовместимости оценок.

Методы оценки уровня качества объектов могут быть классифицированы по следующим признакам:

- по методу определения результатов оценки;
- по составу характеризующих показателей качества (ПК).

5.2.2. Методы оценки уровня качества по признаку определения результата оценки

К методам оценки уровня качества продукции по признаку определения результата оценки относятся: аналитический, статистический, экспертный и комбинированный.

Аналитический метод предполагает использование расчетно-аналитических зависимостей для определения оценочных показателей, характеризующих единичные или комплексные свойства объекта, подвергаемые оценке, а также для формирования конечного результата оценки. Использование этого метода зависит от возможности установления взаимосвязи между отдельными параметрами объекта, характеризующими оцениваемые свойства, и результатом оценки, а также от полноты и качества исходной информации об этих параметрах и свойствах. В тех случаях, когда по тем или иным причинам эти связи установить невозможно, а оценку проводить необходимо, прибегают к статистическому или экспертному методу оценки.

Статистический метод основан на сборе статистической информации о параметрах и свойствах оцениваемой продукции и базовых образцов, ее обработке с помощью статистических процедур. При этом методы статистической обработки исходных данных весьма разнообразны. Необходимость их применения при оценке качества продукции обусловлена тем, что в процессах изготовления и потребления (эксплуатации) продукция, как правило, подвержена действию большого числа случайных факторов. Поэтому соответствующие этим процессам этапы ЖЦП являются основной областью использования статистического метода для оценки качества по фактическим значениям ПК продукции.

Экспертный метод основан на получении, обработке и сверке информации о параметрах и свойствах оцениваемой продукции и базовых образцов при помощи экспертных процедур. Его применяют в случаях недостаточности аналитической и статистической исходной информации для проведения оценки и в случаях невозможности установить иным способом влияние отдельных составляющих ПК на его целостную систему.

К особенностям продукции, обуславливающим преимущественное применение экспертного метода оценки ее качества, относятся:

- степень новизны продукции;
- параметрическая и структурная сложность продукции;
- разнообразие выполняемых функций, областей потребления или эксплуатации, групп потребителей продукции.

Комбинированный метод представляет собой комбинацию аналитического, экспертного и статистического методов в различном их сочетании. Ввиду сложности решаемых задач многие используемые на практике методы оценки уровня качества объектов являются комбинированными.

Аналитический, статистический и экспертный методы являются базовыми, на основе которых строятся инженерные методы оценки качества объектов.

5.2.3. Методы оценки уровня качества по признаку состава характеризующих ПК

К методам оценки уровня качества продукции по признаку состава характеризующих ПК относятся: дифференциальный, комплексный, интегральный и смешанный.

Дифференциальный метод состоит в сопоставлении оцениваемой продукции и базовых образцов по отдельным показателям, к которым могут быть отнесены единичные и (или) комплексные ПК, каждый из которых характеризует отдельное свойство продукции. Результат оценки представляется отдельно по каждому оценочному показателю, который в общем виде рассчитывается по формулам

$$q_i = x_i/x_{i6} ; \quad q_i = x_{i6}/x_i , \quad (5.6)$$

где x_i – значение i -го ПК оцениваемой продукции,

x_{i6} – значение i -го ПК базового образца.

Такое сопоставление позволяет определить, обеспечивается ли требуемое качество продукции по каждому показателю, по каким по-

казателям и соответствующим им свойствам продукции оно не достигнуто. В последнем случае создаются предпосылки для установления направлений и масштабов улучшения качества продукции. Использование дифференциального метода оценки не всегда позволяет принять окончательное решение по улучшению оцениваемых свойств продукции, т.к. изменения одних свойств могут приводить к нежелательным изменениям других свойств этой продукции. Поэтому для принятия оптимальных решений в подобных случаях целесообразно сочетать дифференциальный метод с другими методами оценки качества продукции.

Дифференциальный метод оценки качества является квалификационным методом и позволяет получить по совокупности показателей следующие результаты, представляемые в качественной форме:

- качество оцениваемой продукции превосходит качество базового образца, если продукция превосходит базовый образец хотя бы по некоторым ПК, не уступая ему по остальным ($q_i > 1$);
- качество оцениваемой продукции уступает качеству базового образца, если продукция уступает базовому образцу по некоторым ПК, не превосходя его по остальным ($q_i < 1$);
- качество оцениваемой продукции соответствует качеству базового образца, если значения их соответствующих ПК одинаковы ($q_i = 1$).

В случаях, когда часть значений относительных ПК $q_i > 1$, а часть $q_i < 1$, дифференциальный метод не дает результата. В этом случае следует применять комплексный метод.

Преимуществом дифференциального метода является его простота и очевидная объективность, а недостатком – то, что результат получается далеко не в каждом случае и не всегда в количественной форме.

Комплексный метод состоит в сопоставлении оцениваемой продукции и базовых образцов по одному комплексному показателю, обобщающему совокупность показателей одной классификационной группировки либо совокупности показателей различных классификационных группировок. При этом методе принятия решения о качестве продукции проводят на основе анализа комплексного ПК, характеризующего группу свойств. Результат оценки представляется в виде единого обобщенного показателя.

Комплексный показатель представляет собой функцию от единичных и (или) комплексных показателей и в общем виде может быть определен по формуле (2.8).

При оценке комплексным методом удается получить общий вывод о качестве оцениваемой продукции и принять соответствующее полученному результату оценки управленческое решение. В случае получения неудовлетворительного результата оценки целесообразно наряду с комплексным методом использовать дифференциальный метод оценки качества. Это позволяет выявить те простые и сложные свойства продукции, улучшение которых необходимо для обеспечения требуемого качества продукции по всему рассматриваемому комплексу ее свойств.

Комплексный показатель может быть выражен:

- главным показателем, отражающим функциональную пригодность продукции удовлетворять потребность в ней;
- средним взвешенным показателем, сводящим единичные и (или) комплексные показатели к одному числу, выражающему качество продукции с учетом относительной важности ее простых и (или) сложных свойств.

Комплексный показатель в форме главного выражает зависимость полезного эффекта у потребителя при использовании продукции по назначению от других ее показателей, определяющих этот эффект. При этом такой главный показатель, вычисленный аналитически, как правило, не отражает всех свойств продукции, которые следует учитывать при оценке уровня ее качества. В таком случае приходится учитывать эти показатели наряду с главным при построении единого обобщенного показателя.

В том случае, когда невозможно определить главный ПК для оценки продукции, применяют средневзвешенные показатели, основанные на применении средневзвешенных моделей комплексных ПК. При этом применяют средневзвешенные арифметические, гармонические, квадратические, геометрические и другие модели. Основным вопросом здесь является определение коэффициентов весомости ПК. Способы определения коэффициентов весомости ПК изложены в разделе 4.4.

Средний взвешенный арифметический:

$$K = \sum_{i=1}^n M_i K_i . \quad (5.7)$$

Средний взвешенный гармонический:

$$K = \left[\sum_{i=1}^n \frac{M_i}{K_i} \right]^{-1}_2. \quad (5.8)$$

Средний взвешенный квадратический:

$$K = \sum_{i=1}^n M_i^2 K_i^2, \quad (5.9)$$

применяется в методе наименьших квадратов.

Средний взвешенный геометрический:

$$K = PK_i^{M_i}, \quad (5.10)$$

является наиболее универсальным, применяется при получении комплексного показателя неоднородных ПК, имеющих значительный разброс.

В формулах (5.7) – (5.9) обозначено: K_i – относительные ПК, M_i – коэффициент весомости i -го показателя, n – число ПК, входящих в средневзвешенный показатель.

Любой комплексный показатель можно получить из дифференциальных по алгоритму:

- измерить показатели соответствующих простых свойств;
- оценить эти показатели;
- найти коэффициент весомости;
- определить комплексный показатель.

Достоинством такого подхода является его простота и наглядность интерпретации результатов оценки, а недостатком – предоставляемая экспертам возможность за счет подбора коэффициентов весомости получить желаемый, иногда недостаточно объективный результат оценки. Кроме того, применение различных форм представления функциональных зависимостей из-за отсутствия надлежащего обоснования их выбора приводит к различным количественным результатам оценки, причем разные зависимости могут привести даже к качественно разным результатам оценки продукции по отношению к одному и тому же базовому образцу.

Потребность в количественной оценке качества столь велика, что привела к широкому распространению различных комплексных показателей при выполнении количественной оценки качества объектов.

Интегральный метод состоит в сопоставлении оцениваемой продукции с базовыми образцами по единому (интегральному) ПК продукции, характеризующему соотношение полезного эффекта от ее потребления (эксплуатации) и соответствующих затрат.

В общем случае к затратам относят затраты на ее создание и потребление (эксплуатацию).

Интегральный ПК вычисляют по формуле

$$K_{\text{инт}} = \frac{\Pi_{\Sigma}}{Z_c + Z_{\text{э}}}, \quad (5.11)$$

где Π_{Σ} - суммарный полезный эффект от потребления (эксплуатации) продукции за рассматриваемый период;

Z_c - суммарные капитальные (единовременные) затраты производителя на создание продукции;

$Z_{\text{э}}$ - суммарные затраты потребителя на потребление (эксплуатацию) продукции.

Интегральный показатель применяют, если известны полезный эффект и суммарные затраты на создание и использование продукции.

Смешанный метод основан на совместном применении рассмотренных методов в различных сочетаниях. Так, при всесторонней оценке свойств продукции, характеризующих ее качество на различных уровнях агрегирования этих свойств, интегральный метод оценки может сочетаться с комплексным и (или) дифференциальным методами оценки качества продукции, комплексный метод часто сочетается с дифференциальным и т.д.

5.2.4 Коэффициент “вето”

В комплексных показателях качества низкие значения одних показателей могут компенсироваться высокими значениями других. Однако недопустимо компенсировать значения главных свойств качества высокими значениями второстепенных. С этой целью в структуру формулы вводят особую функцию $\varphi(P_j)$:

$$K_0' = \varphi(P_j) \cdot K_0. \quad (5.12)$$

Эта функция при определенных условиях обращается в нуль, тем самым обращая в нуль и комплексный показатель качества K_0 . Функция $\varphi(P_j)$ носит название коэффициент “вето”.

Для функции $\varphi(P_j)$ предложено следующее выражение:

$$\varphi(P_j) = e^{-t}, \quad (5.13)$$

где величина t определяется по формуле

$$t = \left[\sum_{j=1}^n \left(\frac{P_j}{P_{j \text{ макс}} \cdot C} \right)^{2D} + \sum_{j=1}^n \left(\frac{P_j^{\text{мин}}}{P_j \cdot B} \right)^{2D} \right], \quad (5.14)$$

где C и B – положительные числа немногим больше единицы (например, $C=1,0001$);

D – достаточно большое положительное число (например, $D=20000$).

Как только значение P_j хотя бы одного из свойств качества выйдет за пределы допустимого интервала $P_j^{\text{мин}} \div P_j^{\text{макс}}$ (что означает появление неравенства вида $\frac{P_j}{P_{j \text{ макс}}} > 1$ или $\frac{P_j^{\text{мин}}}{P_j} > 1$), функция $\varphi(P_j)$ сразу же падает почти до нуля, приближая в соответствии с выражением (5.12) к нулю обобщенный показатель качества K_0' . Если для всех j соблюдается условие $\frac{P_j}{P_{j \text{ макс}}} \leq 1$ и $\frac{P_j^{\text{мин}}}{P_j} \leq 1$, то коэффициент “вето” равен единице, а комплексный показатель качества равен $K_0' = K_0$.

5.3. Оценка качества разнородной продукции

5.3.1. Определение индексов качества продукции

При оценке уровня качества разнородной продукции, также как и при комплексной оценке качества продукции одного вида, основным является средний взвешенный индекс качества, определяемый по формулам

$$V = \prod_{k=1}^M (Q)^{\alpha_k}, \quad (5.15)$$

$$Q_k = \frac{W_k}{W_{\text{кб}}} , \quad k = 1, \dots, M , \quad (5.16)$$

где Q_k – значение относительности ПК k -го вида продукции; W_k – значение единичного или комплексного ПК k -го вида продукции; $W_{\text{кб}}$ – базовое значение ПК k -го вида продукции; α_k – относительный объем k -го вида продукции (коэффициент весомости).

$$\alpha_k = \frac{C_k}{\sum_{k=1}^n C_k} , \quad (5.17)$$

$$\sum_{k=1}^n \alpha_k = 1 , \quad \alpha_k \geq 0, \quad (5.18)$$

где C_k – объем производства продукции k -го вида в денежном выражении.

Для упрощения расчетов вместо среднего взвешенного геометрического индекса можно применять средний взвешенный арифметический индекс, когда усредненные исходные значения относительных показателей сравнительно мало отличаются друг от друга.

Средний взвешенный арифметический индекс качества вычисляется по формуле

$$U = \sum_{k=1}^n \alpha_k \cdot Q_k , \quad (5.19)$$

где Q_k, α_k – определяются соответственно по формулам (5.16) и (5.17).

Индексы качества продукции, определенные для разных звеньев управления, позволяют построить систему показателей, согласованную с общими интересами народного хозяйства. Исходным звеном в такой системе является предприятие.

5.3.2. Определение индексов дефектности продукции

Качество продукции формируется на основе технического уровня (качества модели) и качества изготовления. Чем выше качество изготовления, тем ближе качество продукции к качеству модели. Таким образом, если качество модели является эталоном, базой сравнения, то любое отклонение (в сторону ухудшения), выходящее за пределы, допускаемые моделью, означает ухудшение качества продукции.

В зависимости от цели и условий проведения оценки количество и значимость отклонений (дефектов) от заданных моделью значений могут определять качество продукции. В этом случае качество изготовления определяется тем же показателем, что и качество продукции.

Качество изготовления можно оценивать при помощи индексов дефектности. Под индексом дефектности продукции понимается среднее взвешенное значение относительных показателей дефектности различных видов продукции.

Под показателем дефектности продукции понимается среднее взвешенное число дефектов, приходящихся на одно изделие или на одну единицу продукции.

При определении индекса дефектности продукции определенного вида необходимо заранее составить перечень всех встречающихся на практике дефектов и недостатков и присвоить им определенные весовые коэффициенты r . Под недостатком понимается любое отклонение изделия продукции от некоторого эталона, если это отклонение не оговаривается НТД.

Можно указать два метода определения этих весовых коэффициентов:

- экспертный метод, когда решение принимается путем осреднения коэффициентов, предложенных группой специалистов-экспертов;
- стоимостной метод, когда коэффициент весомости принимается равным стоимости устранения дефекта или недостатка.

Показатель дефектности находится по уравнению

$$D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^d m_i r_i, \quad (5.20)$$

где m_i – число дефектов (недостатков) i -го вида;

d - число всех видов дефектов (недостатков), встречающихся у данной продукции;

n - объем выборки.

Если за базовый период проверено N изделий и у них найдено M_i дефектов (недостатков) i -го вида ($i = 1, 2, \dots, d$), то базовый показатель дефектности находится по уравнению

$$D_{\bar{o}} = \sum_{i=1}^d P_i r_i, \quad (5.21)$$

где

$$P_i = \frac{M_i}{N} . \quad (5.22)$$

Рассмотрим вопрос об индексе дефектности. Пусть имеются S видов продукции, для которых определены в рассматриваемый период показатели дефектности $D_1, D_2, \dots, D_s$ и соответствующие базовые показатели $D_{1б}, D_{2б}, \dots, D_{сб}$.

Введем относительные показатели дефектности

$$Q_i = \frac{D_i}{D_{iб}} , \quad (5.23)$$

где $i = 1, 2, \dots, S$.

Тогда индекс дефектности продукции для рассматриваемого периода будет определяться по уравнению

$$V = \frac{\sum_{i=1}^s C_i \cdot Q_i}{\sum_{i=1}^s C_i} , \quad (5.24)$$

где C_i - сумма, на которую изготовлено продукции i -го вида в рассматриваемом периоде.

Использование индексов дефектности продукции как ПК выпускаемой продукции целесообразно, главным образом, при оценке деятельности отдельных производственных подразделений предприятия (цехов, участков). Индекс дефектности позволит сопоставить и оценить качество различных видов изделий внутри предприятия в целях определения качества труда, стабильности качества, основных факторов, влияющих на качество продукции, и т.д.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные этапы алгоритма оценивания уровня качества.
2. Какие практические задачи и цели оценивания качества объектов вы знаете?
3. Какие процедуры необходимо выполнить при определении ситуации оценивания?
4. Что следует учитывать при описании ЖЦИ?

5. Каких правил следует придерживаться при построении “дерева свойств”?
6. От чего зависит правильность комплексной оценки?
7. Какие используются зависимости между показателями свойств и их оценками?
8. Каким образом может быть представлена погрешность оценки уровня качества?
9. Как могут быть классифицированы комплексные оценки качества?
10. В чем сущность дифференциального метода оценки?
11. В чем сущность комплексного метода оценки?
12. В чем сущность интегрального метода оценки?
13. Какие методы используются для оценки комплексных показателей качества?
14. В каких случаях используется коэффициент “вето”?

6. ЭКСПЕРТНЫЕ МЕТОДЫ

6.1. Общие сведения

Экспертный метод является основным инструментом решения проблем в экспертной квалиметрии.

Экспертный метод решения квалиметрических задач основан на использовании опыта и инструкции специалистов-экспертов (от латинского слова «*experitus*» – опытный, сведущий). Однако, несмотря на древность профессии эксперта, научные методы анализа суждений специалистов получили свое развитие лишь в 20-30-х годах XX века.

Рациональное использование информации, полученной от специалистов-экспертов, возможно при условии преобразования ее в форму, удобную для дальнейшего анализа, направленного на подготовку и принятие решения таких проблем, которые не могут быть в полной мере описаны математически, так как содержат неопределенности, связанные не только с измерением, но и самим характером исследовательских целей, средств их достижения и внешних условий. При этом возможности формализации информации зависят от специфических особенностей исследуемого объекта, надежности и полноты имеющихся данных, уровня принятия решения.

Способность специалиста-эксперта давать полезную информацию в условиях неопределенности основана на следующих факторах: внутренние (индивидуальные) и внешние (социальные).

Индивидуальные качества эксперта зависят от его знаний, опыта, интеллекта, способности предвидеть будущее и ряда других факторов, измерение которых сложно или невозможно.

Внешние факторы включают те влияния на информацию, полученную от эксперта, которые в определенной степени зависят не от личности эксперта, а прежде всего от ее взаимодействия с окружающей средой, т.е. с коллективом, обществом.

Основные «информационные» трудности можно подразделить на следующие группы:

- исходная статистическая информация зачастую бывает недостаточно достоверной;
- некоторая часть информации имеет качественный характер и не поддается количественной оценке;
- в практике подготовки решений часто возникают ситуации, когда в принципе необходимую информацию получить можно,

однако в момент принятия решения она отсутствует (например, связано с большими затратами времени и средств);

- существует большая группа факторов, которые могут повлиять на реализацию решения в будущем, но их нельзя точно предсказать;

- ограничения в ресурсах.

В связи с этим одна из главных особенностей решения сложных проблем состоит в том, что применение расчетов здесь всегда переплетается с использованием суждений руководителей, ученых, специалистов, экспертов. Эти суждения позволяют компенсировать недостаток информации, полнее использовать индивидуальный и коллективный опыт, учесть предположения специалистов о будущих состояниях объектов, событий.

Однако при опросе экспертов могут возникнуть определенные ограничения, которые приведут к погрешностям в оценке событий. В общем случае эти ограничения можно свести в следующие группы: уровень доступной информации, несовершенство информации, двусмысленность вопросов, несовершенство модели.

Применение математико-статистических методов значительно расширяет возможности использования информации, полученной от специалистов. Практика последних лет показала, что даже простые статистические методы в сочетании с этой информацией при выборе перспективных решений часто приводят к более успешным результатам, чем «точные» расчеты с ориентацией на средние показатели и экстраполяцию существующих тенденций.

Использование информации, полученной от специалистов, особенно плодотворно, если для ее сбора, обобщения и анализа применяются специальные процедуры, логические приемы и математические методы, получившие название *методов экспертных оценок*.

Аксиомы и принципы (дополнение к ранее рассмотренным в разделе 4.2), отражающие закономерности организации экспертной оценки, следующие:

1. Аксиома однородности экспертного пространства нацеливает на отбор экспертов с одинаковой компетентностью и квалификацией. Она лежит в основе статистических методов обработки экспертных оценок.

2. Аксиома неоднородности экспертного пространства применяется в случае использования отношений допол-

нительности и коалиции единичных экспертов для повышения уровня компетентности совокупного эксперта.

3. Аксиома необходимого экспертного разнообразия. В соответствии с этой аксиомой разнообразие экспертной группы как по числу единичных экспертов, так и по их специальностям должно соответствовать разнообразию свойств и показателей оцениваемого качества.

Важное требование организации экспертных процедур – минимальное психологическое напряжение. С учетом этого требования и вытекает принцип иерархизации экспертной оценки, который служит регулятором при построении графа (дерева) экспертизы.

4. Аксиома ограниченности информационной емкости оператора экспертизы нацеливает на то, что экспертные оценки по своей информационной емкости ограничены уровнем текущей информированности экспертов и объемом внутренней информации из памяти экспертов. Данная аксиома – методологическое основание необходимости обучения экспертов.

Быстрорастущие потребности в разнообразных экспертных оценках выдвигают на передний план создание методологии проектирования экспертных методов, которая позволяла бы в зависимости от ситуации оценки качества разрабатывать и выбирать адекватный экспертный метод оценки качества.

Экспертные методы – комплекс логических и математико-статистических методов и процедур, направленных на получение от экспертов информации, необходимой для подготовки и выбора рациональных решений.

Экспертные методы применяются при решении следующих задач:

- формулирование и уточнение цели оценки качества продукции;
- построение иерархической структурной схемы показателей качества;
- наличие многовариантных путей решения проблемы;
- классификация оцениваемой продукции;
- определение коэффициентов весомости ПК;
- определение базовых значений ПК;
- определение комплексного ПК;
- определение номенклатуры ПК оцениваемой продукции;
- аттестация и сертификация продукции.

При решении перечисленных задач в настоящее время применяются различные разновидности методов экспертных оценок. К основным видам относятся: анкетирование и интервьюирование; мозговой штурм; методы самооценки и взаимооценки; дискуссия; совещание; сценарий и др. Каждый из этих методов обладает своими преимуществами и недостатками, определяющими рациональную область применения. Во многих случаях наибольший эффект дает комплексное применение нескольких видов экспертизы.

Анкетирование и сценарий предполагает индивидуальную работу эксперта. Интервьюирование может осуществляться как индивидуально, так и с группой экспертов. Остальные виды экспертизы предполагают коллективное участие экспертов в работе.

Разновидностями таких методов (методов экспертных оценок) являются:

- дельфийский метод, который предусматривает анонимный опрос группы экспертов по специальным анкетам с последующей статистической обработкой материала;
- система ПАТТЕРН, которая предусматривает иерархический принцип представления проблемы, методологию широкого использования опыта экспертов; разработку количественных методов определения коэффициентов весомости элементов, расположенных на различных уровнях иерархии, использование современных информационных технологий для обработки экспертных данных;
- метод «мозговой атаки», который предусматривает генерирование идей участниками экспертной группы в творческом споре;
- метод «мозгового штурма», который заключается в том, что одна группа экспертов выдвигает идеи, а другая их анализирует;
- морфологический метод, который основан на морфологических матрицах, содержащих системные взаимосвязи между всеми элементами объекта. В левой части приводятся все функции изучаемого образца, а в правой – возможные способы их осуществления;
- синтаксический метод, который предполагает генерирование идей, использование аналогий из других областей знаний.

Применение экспертных методов предполагает соблюдение следующих условий:

- экспертная оценка производится в случае невозможности использования аналитических или экспериментальных методов с большой точностью или с меньшими затратами;
- мнения экспертов должны быть независимыми;

- эксперты должны быть компетентны;
- формулировка вопросов, поставленных перед экспертами, должна исключать возможность различного толкования;
- количество экспертов должно быть оптимальным;
- ответы экспертов должны быть однозначными и обеспечивать возможность их обработки.

К недостаткам экспертных методов следует отнести присущий им субъективизм, а также явление конформизма – влияние преобладающего в группе суждения на мнение эксперта. Применение экспертных методов требует привлечения высокопрофессиональных специалистов-экспертов.

Несмотря на достаточно широкое распространение экспертных методов, более полному их использованию мешает слабая обоснованность теории и практической методологии проведения отдельных этапов экспертной оценки.

Рассмотрим следующие основные этапы проведения экспертной оценки:

- подготовка экспертизы;
- формирование экспертной комиссии;
- проведение экспертного опроса;
- проверка согласованности и достоверности экспертных оценок.

Последовательность и содержание этапов могут изменяться в зависимости от реальных условий и ограничений.

6.2. Подготовка экспертизы

Подготовка экспертизы включает следующие этапы: формирование цели экспертизы, формирование организаторов экспертизы, отбор экспертов.

6.2.1. Формирование цели экспертизы

Большое значение имеет четкое определение цели (целей) экспертизы. Практика показывает, что наличие четко сформулированных целей и ясно понятых потребностей является обязательным условием обеспечения надежного результата экспертизы.

Основой для выбора целей экспертизы является описание предыстории и текущего состояния проблемы. При формулировании це-

лей важно иметь представление о специфических особенностях и интересах возможных групп специалистов, которые будут участвовать в экспертизе. При этом выбор целей и характер процедуры экспертизы в значительной степени определяются существом проблемы, предполагаемыми конечными результатами и возможными способами их представления.

Выбор целей и процедуры опроса зависит также от надежности и полноты имеющихся данных и от вида требуемой информации. Поэтому прежде всего необходимо четко установить признак, по которому надлежит производить оценку, а также условия использования экспертных оценок. Если целей несколько, то оценки по различным шкалам нужно постараться свести к единой шкале, например, за счет установления цели более высокого уровня.

6.2.2. Формирование организаторов экспертизы

Важнейшими задачами группы организаторов экспертизы являются разработка метода и модели опроса, отбор экспертов, проведение опроса, анализ и обобщение информации. При этом группа организаторов должна обеспечить условия для наиболее плодотворной деятельности экспертов как за счет разработки наиболее эффективной системы контактов с ними, так и путем выбора процедуры опроса, наиболее соответствующей характеру проблем.

Сложность, разнообразие задач, возлагаемых на группу организаторов, требуют включения в ее состав высококвалифицированных специалистов как в области анализируемой проблемы, так и в смежных областях деятельности, а также специалистов по экспертным методам – математиков, технологов и социологов.

Группа организаторов, разрабатывая метод опроса, подготавливает перечень оцениваемых событий и устанавливает совокупность устойчивых факторов, характеризующих эти события.

Задание совокупности факторов зависит от специфики и целей экспертизы и может быть выполнено на разном уровне детализации: качественное описание всего множества оцениваемых событий; перечень событий; описание устойчивых факторов для каждого из событий; выделение числа различных уровней для каждого события (фактора); описание набора устойчивых значений факторов для каждого уровня событий.

От уровня детализации в существенной степени зависит достоверность результатов экспертизы, причем с увеличением степени де-

тализации согласованность экспертных оценок, как правило, увеличивается.

На уровень детализации существенное влияние оказывают специфика исследуемой проблемы, возможность подбора объективных и компетентных специалистов необходимого профиля, а также время и средства, которые можно затратить на решение этой проблемы.

В случаях, когда оценка множества событий производится впервые, формирование совокупности устойчивых признаков может быть выполнено не организаторами (руководителями), а самими экспертами либо теми и другими совместно. При этом руководители должны подготовить вспомогательные вопросы, позволяющие экспертам определить совокупность признаков на разных уровнях детализации. Задачи руководителей также состоят в обеспечении экспертов всей доступной объективной информацией, в информировании экспертов об источниках возникновения проблемы и о путях решения аналогичных проблем в прошлом.

Важное значение имеет правильная формулировка анкет (вопросников), которая должна обеспечивать их единственное толкование и выражение ответа на каждый вопрос в виде количественной оценки. В случаях, когда отдельным количественным признакам трудно приписать количественную оценку, нужно оценивать сравнительную интенсивность признака с помощью методов упорядочения.

В основе большинства экспертных методов лежит анкета (опросный лист), с помощью которой и осуществляется сбор необходимой информации. Анкета – это структурно организованный набор вопросов, каждый из которых логически связан с центральной задачей экспертизы. Как правило, вопросы анкеты принято различать по содержанию, форме и функциям.

Все вопросы анкеты в зависимости от их содержания можно разделить на следующие группы:

- объективные анкетные данные о самом эксперте (его возраст, образование, профессия и т.д.);
- характеристики, позволяющие оценить мотивы, которыми руководствовался эксперт при оценке исследуемой проблемы;
- основные вопросы, касающиеся существа исследуемой проблемы.

По форме различают следующие типы вопросов: открытые и закрытые.

Вопрос называется открытым (свободным), если ответ на него может быть дан в любой форме, т.е. ответ ничем не регламентируется. Достоинство открытых вопросов заключается в возможности обнаружения с помощью экспертов новых, порой совершенно неожиданных для руководителей аспектов проблемы. Недостатки этого метода заключаются в том, что повышается вероятность произвольной интерпретации вопроса со стороны экспертов, что может привести в конечном счете к несопоставимости данных, полученных от группы экспертов, а также в том, что анализ ответов на открытые вопросы – дело чрезвычайно трудоемкое.

Вопрос называется закрытым, если в его формулировке содержатся варианты возможных ответов и эксперт должен остановить свой выбор на одном (или нескольких) из них. Достоинство закрытых вопросов состоит в том, что они строго и однозначно интерпретируются и требуют относительно меньших затрат труда на заполнение и обработку анкет. Недостатком этого метода является опасность навязывания эксперту ответов, особенно в тех случаях, когда по тому или иному вопросу он вообще не имеет своего сложившегося мнения или же когда его мнение не совпадает с ответами анкеты.

Серьезного внимания требует подбор признаков (вопросов), которые желательно включать в анкету. При этом различают три вида вопросов, по которым дается экспертная оценка: вопросы, ответы на которые содержат количественную оценку; вопросы, требующие содержательного ответа в сжатой форме; вопросы, требующие содержательного ответа в развернутой форме.

Чтобы уточнить содержание, формулировки вопросов, их последовательность, выяснить, не утомляет ли анкета опрашиваемых, не нужно ли включить дополнительные и исключить «неработающие» вопросы, заменить вопросы, допускающие двойное толкование, производится ее проверка. Для этого подбираются «разноплановые» эксперты (по специализации, стажу работы, компетентности и т.п.). Проверка осуществляется в форме личного интервью.

Полное совпадение мнений экспертов, стереотипность их ответов являются, как правило, результатом привычной, стандартной постановки вопроса. Многочисленность ответов типа «не понял», «не знаю» указывает на их усложненность. Наличие большого числа неуместных замечаний свидетельствует о неудачной формулировке вопросов анкеты. Множество отказов от ответов означает, что плохо разработана вводная часть анкеты, в которой должны быть разъясне-

ны правила ее заполнения, сформулирована цель экспертизы, оговорены гарантии анонимности экспертов. Причиной отказов может служить также неудачная структура анкеты (например, анкета начинается с трудных вопросов). Если распределение суждений по некоторому вопросу обладает значительным стандартным отклонением, то можно предположить, что этот вопрос двусмыслен. Анкета считается удачно составленной, если эксперты понимают содержание вопросов так же, как и организаторы экспертизы.

6.2.3. Отбор экспертов

Работу по отбору экспертов начинают с определения областей научных, технических и административных интересов, которые затрагивают решение данной проблемы. Затем составляется список лиц, компетентных в этих областях, который служит основой для отбора кандидатов в эксперты. При составлении списка кандидатов в эксперты исходят прежде всего из компетентности того или иного специалиста в области его непосредственной деятельности. При этом желательно, чтобы кандидат в эксперты обладал широким кругозором, был достаточно эрудирован в смежных областях, а также обладал следующими качествами: компетентность, информированность, заинтересованность, деловитость, объективность.

Компетентность – всестороннее знание экспертом объекта (профессиональная компетентность) и методов оценивания его качества (квалиметрическая компетентность). Профессиональная компетентность включает знание методов проектирования и производства продукции, показателей качества аналогов, перспектив развития продукции, условий и характера эксплуатации. Квалиметрическая компетентность обеспечивает понимание принципов и методов оценки качества продукции, практическое умение пользоваться ими, знание типов оценочных шкал, умение различать достаточное число градаций оцениваемого объекта.

Для определения показателей компетентности чаще всего используют два метода: самооценка и взаимооценка. Расчетная формула показателя компетентности $K_{\text{ком}}$ выражена в виде [47]

$$K_{\text{ком}} = 0,4K_{\text{ком}}^c + 0,6K_{\text{ком}}^g, \quad (6.1)$$

где $K_{\text{ком}}^c$ – результат самооценки, в баллах; $K_{\text{ком}}^g$ – результат взаимооценки, в баллах.

Информированность эксперта должна распространяться на объект оценки качества (профессиональная информированность) и методологию оценки (оценочная информированность, т.е. опыт проведения экспертных работ). Профессиональная информированность включает знание: истории развития оцениваемой продукции-изделия, ее свойств и показателей качества; производства продукции; знаний показателей качества различных ее модификаций; требований потребителей; условий и характера потребления. Оценочная информированность обеспечивает четкое понимание экспертом подхода к оценке качества продукции как к мере удовлетворения ею требований потребителей; методов оценки качества, особенно экспертных методов; вопросов построения оценочных шкал.

Заинтересованность эксперта зависит от многих факторов: степени загруженности эксперта основной работой; возможности использования полученных результатов; целей экспертизы; характера выводов; индивидуальных особенностей эксперта; характера вознаграждения за участие в экспертизе.

Деловитость эксперта – умение быстро выполнять порученную работу; быстро переключаться с оценки одного показателя на оценку другого; умение работать с людьми в конфликтной ситуации; способность противостоять мнению большинства при уверенности в своей правоте; мотивированность выносимых оценок и суждений; умение четко формулировать свои мысли.

Объективность – способность учитывать только ту информацию, которая определяет удовлетворение потребности данной продукцией, т.е. при участии в экспертизе не поддаваться ведомственным, начальственным или личным интересам.

Один из способов анализа компетентности кандидатов в эксперты заключается в подготовке специальных анкет, отвечая на вопросы которых они должны показать свою эрудицию и аналитические способности. Главное внимание при заполнении анкеты уделяется способности эксперта ответить на поставленные вопросы и дать числовую оценку своим знаниям в достаточно короткий срок.

Более подробно со способами отбора экспертов можно ознакомиться в сводной таблице способов отбора экспертов [40, с.117-121].

В настоящее время существующие методы отбора экспертов далеки от совершенства, однако их применение обеспечивает более высокую надежность результатов, чем «волевые» решения о назначении участников экспертизы.

6.3. Формирование экспертной комиссии

Экспертные комиссии, создаваемые для оценки качества продукции, состоят из двух групп: рабочей и экспертной.

Рабочая группа занимается разработкой методики оценивания качества, организацией и проведением экспертной оценки качества, обработкой полученной от экспертов информации и анализом результатов.

Экспертная группа выполняет только оценочные операции.

Организация, в которой формируется экспертная комиссия, должна издать приказ или распоряжение, где указывается состав экспертной комиссии, обязанности ее членов, период и продолжительность работы.

6.3.1. Формирование рабочей группы

В состав рабочей группы входят: организатор, специалист и технические работники.

Организатор осуществляет методическое руководство работой на всех ее этапах. При этом он должен квалифицированно разбираться в методологии оценки качества продукции, экспертных методах оценки, знать тенденции изменения показателей качества, уметь представить задачу на формальном языке. Организатор создает рабочую группу, составляет программу работ, участвует в опросе экспертов, анализирует результаты каждой операции, окончательные результаты, формулирует выводы и рекомендации.

Специалист выбирается из высококвалифицированных работников организации, в которой формируется экспертная группа. Желательно, чтобы знания специалиста об оцениваемой продукции носили универсальный характер, касались различных сторон производства и потребления продукции и чтобы специалист был знаком с экспертным методом оценки качества. Основная задача специалиста – анализ информации, полученной от экспертов, для корректирования программы дальнейшей работы. Задачи, решаемые специалистом, близки к задачам организатора, однако носят более специфический характер для оцениваемой продукции.

Технические работники проводят опрос экспертов и предварительную обработку полученных результатов. Задача технического работника заключается в разъяснении тех положений анкет, которые недостаточно хорошо понимаются экспертами. Это позволяет выяс-

нить, правильно ли поняты экспертом вопросы анкеты и соответствуют ли ответы его истинному мнению. При этом в процессе опроса технический работник не должен высказывать эксперту свои суждения о его ответах, чтобы не навязывать своего мнения.

Количество технических работников в рабочей группе зависит от сложности объекта, срока его оценивания качества, а также от численности экспертной группы: один технический работник на 5-9 экспертов.

Рабочая группа начинает свою работу с подбора экспертов и формирования экспертной группы.

6.3.2. Формирование экспертной группы

Одним из наиболее важных этапов формирования экспертной группы является выбор экспертов.

Проблема выбора экспертов имеет два аспекта – выбор отдельного эксперта и выбор группы экспертов. При выборе отдельного эксперта прежде всего должны приниматься во внимание соответствия сферы его компетентности задачам экспертизы, уровень квалификации эксперта в рассматриваемой области, а также его пригодность к участию в экспертизе с точки зрения его технологической подготовленности и обладания профессиональными качествами, изложенными в разделе 6.2.3.

На выбор группы экспертов оказывают влияние такие факторы, как соответствия суммарной сферы компетентности группы экспертов оцениваемой области, возможности прогнозистов по организации экспертизы с учетом затрат времени и средств на проведение опроса.

Решение задачи о выборе группы экспертов проводится в следующей последовательности:

- составляется список вопросов, по которым желательно получить мнение экспертов;
- составляется список экспертов, включающий по возможности такое их число, чтобы априори быть уверенным в том, что эксперты могут в совокупности дать заключение по всему множеству вопросов списка;
- список вопросов рассылается каждому эксперту с просьбой определить, сможет или не сможет он компетентно участвовать в рассмотрении данного вопроса при экспертизе;
- рассчитываются необходимые затраты времени и средств на проведение опроса каждого эксперта;

– ставится и решается задача такого выбора экспертов, чтобы по каждому вопросу можно было получить заключение, по крайней мере, одного эксперта и чтобы при этом затраты времени или средств на проведение опроса экспертов были минимальны.

Составление исходного списка экспертов целесообразно осуществлять путем проведения ряда итераций, когда каждого эксперта из числа отобранных на первой итерации просят рекомендовать специалистов, способных дать заключение по каждому вопросу списка. Следующая итерация заключается в том, что эксперты, отобранные в результате второй итерации, также рекомендуют специалистов, и т.д. Этот процесс заканчивается на той итерации, в результате которой итоговый список экспертов не пополнится новыми специалистами.

Установить оптимальную численность группы экспертов чрезвычайно сложно: уменьшение числа экспертов ведет к снижению точности оценки, а при увеличении числа экспертов становится сложнее выявить их согласованное мнение.

При подборе и оценке числа экспертов нужно учитывать соответствия целей экспертов целям экспертизы. Группы не должны состоять из представителей одной узкой специальности, так как в этом случае их мнение будет в определенной степени тенденциозным. При отборе специалистов необходимо также принимать во внимание характер экспертизы: степень сложности и остроты обсуждаемой проблемы, квалификацию и опытность экспертов, иногда даже их личные отношения.

При создании экспертной группы используются следующие методы анализа соответствия экспертов предъявляемым требованиям: качественный и количественный.

Качественный метод – метод, при котором соответствие определяется в процессе беседы с экспертом организатора-руководителя деятельностью экспертной комиссии и консультанта по оцениваемой продукции.

Количественный метод включает в себя следующие виды оценки качества экспертов:

- эвристические – значения оценок качества экспертов определяются человеком;
- статистические – значения оценок получаются в результате отработки ответов экспертов;
- тестовые – значения оценок находятся в результате специальных испытаний экспертов;

- документальные – значения оценок основываются на анализе документальных знаний об экспертах;
- комбинированные – значения оценок получаются с помощью некоторой совокупности перечисленных методов.

Более подробно об этих методах оценки компетентности эксперта можно прочитать в работе [27].

Необходимо, чтобы структура экспертной группы, ее профессиональный состав и количество экспертов соответствовали способу опроса.

Опрос экспертов – главный этап совместной работы группы управления и экспертов. Опрос осуществляется индивидуально или совместно с другими экспертами; с обсуждением суждений эксперта на заседании экспертной группы или без него. Он может заключаться в беседе эксперта с техническим работником, по схеме «вопрос-ответ», в самостоятельном заполнении карты опроса, получая при этом все необходимые разъяснения от технического работника.

Основным содержанием опроса является:

- постановка задачи и предъявление вопросов экспертам;
- информационное обеспечение работы экспертов;
- выработка экспертами суждений, оценок, предложений;
- сбор результатов работы экспертов.

Главным в организации опроса является обеспечение максимума информации и максимума творческой активности, самостоятельности эксперта. Необходимо стремиться довести до каждого эксперта по возможности всю информацию, относящуюся к анализируемому объекту, которой располагают как эксперты, так и организаторы опроса.

Каждый из видов опроса имеет свои достоинства и недостатки в построении обмена информацией между экспертами и организаторами. Выбор вида опроса определяется многими факторами, из которых основными являются:

- цель и задачи экспертизы;
- сущность и сложность анализируемой проблемы;
- полнота и достоверность исходной информации;
- требуемые объем и достоверность информации, получаемой в результате опроса;
- время, отведенное на опрос и экспертизу в целом;
- стоимость опроса и экспертизы в целом;

– количество экспертов и членов группы управления, их характеристики.

Анкетирование является наиболее эффективным и самым распространенным видом опроса, ибо позволяет наилучшим образом сочетать информационное обеспечение экспертов с их самостоятельным творчеством.

Существуют два принципа формирования экспертной группы.

Первый – экспертная группа формируется по служебному положению, причем компетентность всех экспертов считается одинаковой.

Второй принцип формирования экспертной группы заключается в учете компетентности эксперта, что позволяет повышать точность и надежность экспертных оценок.

Этап формирования экспертной группы заканчивается проведением тестирования, самооценки, взаимооценки экспертов, анализа их надежности и проверки согласованности мнений.

Тестирование проводится для установления компетентности и профпригодности экспертов и заключается в решении экспертами задач, подобных реальным, с известными (но не экспертам) ответами.

Самооценка экспертов состоит в ответе каждым из них в строго ограниченное время на вопросы анкеты, после чего эксперт в балльной системе проверяет свои профессиональные знания и деловые качества.

Взаимооценка экспертов проводится, если они имеют опыт совместной работы.

Анализ надежности экспертов проводится по степени надежности, которую можно рассчитать, основываясь на сведениях о результатах работы эксперта в других экспертных группах. Степень надежности – это отношение числа случаев, когда мнение эксперта совпало с результатами экспертизы, к общему числу экспертиз, в которых он участвовал.

Согласованность мнений экспертов рассматривается в разделе 6.4.

6.4. Проведение экспертного опроса

Опрос экспертов должен соответствовать следующим требованиям:

– ограниченное количество вопросов, задаваемых эксперту;

- полнота охвата решаемой задачи;
- всестороннее рассмотрение вопроса;
- ограниченное время опроса;
- возможность применения заочного опроса.

Существует два способа опроса экспертов: индивидуальный и групповой (обмен информацией между экспертами).

6.4.1. Индивидуальный опрос экспертов

Индивидуальный опрос позволяет максимально использовать способности и знания каждого специалиста. В практике квалиметрии применяют следующие способы индивидуального опроса: заочное анкетирование, смешанное анкетирование, интервью, косвенный опрос [26].

Заочное анкетирование применяют в тех случаях, когда необходимо добиться более полной взаимной изолированности экспертов (эксперт заполняет карту опроса, пользуясь только пояснительной запиской).

Заочное анкетирование позволяет достичь наибольшей по сравнению с другими способами относительной изоляции экспертов; получить наиболее продуманные ответы, так как эксперт практически не ограничен во времени.

К недостаткам заочного анкетирования следует отнести:

- значительные затраты времени на осуществление способа;
- неполный возврат анкет;
- невозможность своевременно уточнить постановку вопроса, непонятного эксперту.

Анкета для заочного анкетирования состоит из пояснительной записки и карты опроса.

Пояснительная записка должна начинаться с краткой формулировки цели экспертизы и разъяснения способов ответа на вопросы. В ней указывают цель и процедуру анкетирования, на конкретных примерах показывают, как заполнять графы карты опроса, приводят другую информацию, которая может понадобиться экспертам при выполнении оценочных операций.

Карта опроса – организованный набор вопросов, для каждого из которых предусмотрена форма ответа, одна из следующих:

- все возможные варианты ответа приведены в карте опроса и эксперты лишь выбирают наиболее подходящий по их суждению;

- ответ имеет количественную форму;
- эксперты отвечают в свободной форме.

Опыт работы [38] говорит о том, что как бы тщательно ни была отработана постановка вопросов в опросном листе и как бы подробно ни была составлена пояснительная записка, при заочном анкетировании всегда обнаруживается 5-10% экспертов, которые неправильно поймут вопрос и предоставят неадекватные ответы.

Смешанное анкетирование применяют в тех случаях, когда предстоит разъяснять эксперту неясные или неточно сформулированные вопросы анкеты. Заполнение анкет в присутствии организатора упрощает подготовку пояснительной записки, а также позволяет значительно сократить время операции, исключить возможность неполного возврата анкет.

К недостаткам смешанного анкетирования следует отнести следующее:

- в процессе разъяснения отдельных вопросов организатор невольно ориентирует экспертов на собственное понимание желаемого ответа;
- в присутствии организатора каждый эксперт может предложить оценки, отличающиеся от тех, которые он предложил бы при обдумывании в одиночестве.

Способ смешанного анкетирования значительно более удобен для решения задач оценивания качества, чем заочное анкетирование.

Интервью наиболее удобно для организатора, так как не требует ни подготовки, ни карты опроса, ни пояснительной записки. Нужен лишь небольшой план, список вопросов, которые организатор собирается задать эксперту. При этом не обязательно в ходе интервью получить ответ на все подготовленные вопросы. Следует способствовать максимальному развитию экспертом его мыслей при ответах на те вопросы, которые наиболее глубоко изучены и продуманы самим экспертом, наиболее интересны для него. Не рекомендуется стремиться получить ответы эксперта на те вопросы, в которых он чувствует себя неуверенно или же не хочет отвечать по каким-либо другим причинам. В ходе интервью можно получить большое количество оригинальных суждений по проблеме экспертизы, появляется возможность уточнить правильность постановки основной задачи экспертизы и выяснить варианты подходов к ее решению.

Косвенный опрос применяют, когда по этическим соображениям или по соображениям секретности истинная цель экспертизы не мо-

жет быть сообщена экспертам. При этом основные вопросы, ответ на которые представляет интерес для заказчика экспертизы, помещают среди многих вопросов, подобранных так, чтобы дезориентировать эксперта, создать у него ложное представление о цели опроса.

К недостаткам косвенного опроса следует отнести следующее:

- из-за того, что эксперт не знает истинной цели опроса, он формирует в своем сознании другую, ложную цель и, исходя из этого понимания, высказывает свои суждения по предлагаемым вопросам;
- значительное время уходит на подготовку опроса, подбор отвлекающих и тестирующих вопросов, смысловой анализ материала.

В целом глубокий анализ объекта оценивания методом косвенного опроса выполнить невозможно. Способ весьма трудоемок и всегда возникают сомнения в надежности полученных результатов. Поэтому применять косвенный опрос в задачах квалитметрии следует в исключительных случаях.

6.4.2. Обмен информацией между экспертами

Основной целью обмена информацией между экспертами является создание условий для учета каждым экспертом суждений коллег, достижения всестороннего обдумывания проблемы всеми экспертами, стабилизация их суждений.

Операции обмена информацией между экспертами проводят с соблюдением следующих правил:

- экспертам представляют сводную информацию, подготовленную рабочей группой по результатам предыдущих операций генерации или назначения оценок;
- создают условия, стимулирующие полное использование всеми экспертами предоставленной информации.

Способы обмена информацией между экспертами подразделяют на открытые и анонимные, которые дают достаточное представление о возможностях управления коммуникацией экспертов. При этом выбор конкретного способа зависит от возможности проведения собраний экспертов, вида требуемых оценок, служебного положения и личных качеств экспертов.

Способы открытого обмена информацией подразделяют на способ «лицом к лицу», способ «комиссий», способ «обмена мнениями» и «Мини-Дельфи».

Способ «лицом к лицу» состоит в том, что экспертной группой обсуждается единственная проблема. При этом руководство обсуждением со стороны организатора почти исключено. Он должен лишь следить за тем, чтобы каждый эксперт участвовал в дискуссии, которая не ограничена. Достоинством этого способа является его простота, возможность немедленно задать дополнительные вопросы. Подготовка заключается только в формулировке обсуждаемой проблемы. Недостатками способа являются следующие: эксперты анализируют лишь часть имеющейся в их распоряжении информации, обсуждение часто уходит в сторону от основной цели экспертизы; много времени тратится на не относящиеся к делу разговоры.

Способ «комиссий» состоит в том, что экспертная группа многократно собирается для обсуждения одного и того же вопроса. При этом организатор не руководит обсуждением, а лишь способствует получению экспертами интересующей информации. Комиссия принимает решения путем голосования. Этот способ положительно отличается тем, что эксперты используют большой объем информации. Основные недостатки: имеют место большие затраты времени на заседания, при увеличении числа заседаний вырастает влияние высокоавторитетных экспертов.

Способ «обмена мнениями» представляет собой разновидность мозговой атаки. Целью способа является достижение соглашения между небольшим числом (6-8) экспертов или между представителями двух школ, имеющих в экспертной группе. Председатель-специалист подготавливает вопросы, которые должны быть решены путем соглашения, и по каждому вопросу приводит несколько вариантов решений. Эксперты заранее получают списки решений и дополняют их новыми. По ходу обсуждения председатель четко формулирует появившиеся новые идеи. После обсуждения эксперты независимо друг от друга определяют наиболее желательные решения и рабочая группа находит наиболее приемлемое решение по их оценкам. При недостаточной согласованности или при появлении новых вариантов решений операцию повторяют. В процессе обмена мнениями возможна расширенная аргументация предложений, но запрещена критика в адрес коллег. Основной недостаток – результат обсуждения сильно зависит от способности председателя находить и формулировать компромиссные решения.

Способ «Мини-Дельфи» состоит в том, что члены экспертной группы в начале заседания независимо друг от друга назначают тре-

буемые числовые оценки. Опросные листы собирает организатор, выделяет согласованную группу и «выпадающие» замечания. Эксперты, предложившие выпадающие оценки, выступают с их обоснованием. Затем участникам раздают новые опросные листы, и они назначают уточненные оценки. Достоинством способа является быстрота его выполнения. Характер обсуждения таков, что конформизм сказывается мало. Недостатком является то, что способ применим лишь для числовых оценок. Кроме того, ввиду краткости обсуждения возможно проявление сильного влияния ошибочных аргументов, дезинформации.

Способы анонимного обмена информацией имеют следующее достоинство – абсолютно снимают давление авторитетов, влияние разговорчивых индивидуумов. Недостатком является невозможность экспертам глубоко понять аргументацию коллег. Если эксперт плохо представляет себе основные закономерности развития оцениваемого объекта, то для него прямо противоположные аргументы могут казаться равновесными и, следовательно, изменение оценок эксперта окажется случайным. Анонимная аргументация требует больших затрат времени на связь с экспертами и на обработку получаемой от них информации.

Способ анонимной аргументации состоит в том, что кроме оценки эксперт приводит в анкете аргументы, на основании которых он пришел к своей оценке. При этом каждый эксперт выполняет операцию индивидуально. Способ может быть применен как для количественных, так и для качественных оценок. Заполнение анкеты с оценками и аргументацией собирает организатор и, исключая повторяющиеся аргументы, составляет их свод. Свод аргументов размножают в необходимом числе экземпляров и вручают экспертам вместе с указанием тех или иных параметров полученного распределения оценок. Каждый эксперт получает возможность оценить аргументы, предложенные его коллегами, и пересмотреть свою оценку с учетом новой информации. Сообщение экспертам имеющейся аргументации всегда приводит к сближению оценок.

Рассмотрим некоторые вопросы организации работы экспертной группы. В зависимости от характера процедур получения оценок качества экспертную группу можно рассматривать как совокупность экспертов – при внесении оценок нет контактов между экспертами, или как систему – контакты есть. Совокупность экспертов в процессе взаимодействия превращается в группу, члены которой одинаково понимают общую цель и оказывают влияние друг на друга. Экспертная

группа как система характеризуется параметрами своих элементов – оценками компетентности экспертов и параметрами системы. Основным параметром экспертной группы – согласованность мнений экспертов – зависит от ряда факторов: информированности экспертов, взаимоотношений между ними, организационных аспектов процедур.

Наиболее важный фактор – информативность экспертов и группы в целом. При этом целесообразно различать информативное, конформное и авторитетное мнение, которое оказывает группа и отдельные эксперты друг на друга.

Информативное влияние заключается в воздействии на суждение эксперта логическими доводами, примерами, неизвестной ему информацией и т.п.

Конформное влияние – воздействие на эксперта, отклонившегося от преобладающего мнения, силой мнения большинства.

Авторитетное влияние – воздействие на эксперта наиболее авторитетным специалистом.

Корректирование экспертом своего суждения под влиянием новой информации – явление положительное, так как информированность эксперта повысилась. Конформное и авторитетное влияние носит отрицательный характер, так как эксперт меняет свое суждение под влиянием факторов, не имеющих отношение к качеству услуги, что снижает объективность суждения.

Чем выше информационность группы экспертов, тем выше эффективность ее работы. Поэтому задача управления группой заключается в разработке таких управляющих воздействий – организационных процедур, которые способствовали бы повышению информированности группы.

По способу проведения экспертные опросы подразделяются на непосредственное измерение, ранжирование и сопоставление.

При *непосредственном измерении* экспертным методом значения показателей качества определяются в установленных единицах: единицы СИ, баллы, нормочасы, рубли и т.д. Также измерения могут проводиться по шкале отношений или по шкале интервалов. Для измерения по шкале отношений требуется наличие эталона. Непосредственное измерение весовых коэффициентов производится по шкале интервалов и рассчитывается по формуле

$$q_i = \frac{\sum_{j=1}^n G_{ij}}{\sum_{j=1}^{n,m} G_{ij}},$$

где G_{ij} – коэффициент весомости j -го показателя в баллах, данный i -тым экспертом; n – количество экспертов; m – число взвешиваемых показателей.

Ранжирование заключается в расстановке объектов измерений или показателей качества в порядке их предпочтения или по важности. Место, занятое при такой расстановке, называется *рангом*. Согласно методу предпочтения эксперта просят пронумеровать все весомости M_i в порядке их предпочтения так, что весомость наименее предпочитаемого свойства получает номер 1, следующая – 2, и чем важнее свойство, тем большее значение весомости. Расчетная формула весомости j -го свойства M_j :

$$M_j = \frac{\sum_{k=1}^r W_{jk}}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r W_{jk}},$$

где W_{jk} – место, на которое поставлена весомость j -го свойства у k -го эксперта; r – количество экспертов; n – количество свойств.

Сопоставление подразделяется на последовательное и попарное.

Метод последовательного сопоставления заключается в следующем:

1. Расположение весомости всех свойств в порядке предпочтения аналогично методу предпочтения.
2. Наиболее важное свойство получает весомость $M_j = 1,0$; все остальные – в порядке убывания в диапазоне от 1 до 0.
3. Если свойство с весомостью M_k важнее всех остальных свойств вместе взятых, то M_k увеличивается до величины, превосходящей сумму всех прочих весомостей:

$$M_k > \sum_{j=2}^n M_j.$$

Если же эксперт считает, что свойство M_k менее важное, то проводится обратная процедура:

$$M_k < \sum_{j=2}^n M_j.$$

4. Аналогичным образом сопоставляется второй объект с совокупностью всех остальных, стоящих ниже рангом, и так далее для всех остальных. При этом нужно следить, чтобы не нарушалось предпочтение первого объекта перед совокупностью всех остальных, если оно установлено на предыдущем этапе.

5. Полученные результаты измерений или весовые коэффициенты нормируют, т.е. делят на общую сумму баллов или весовых коэффициентов, после этого они принимают значения в пределах от 0 до 1, а их сумма становится равной 1.

Метод попарного сопоставления является наиболее простым и заключается в сравнении двух объектов. Результаты представляются в формуле ортогональной матрицы.

В работе [18] приводится следующий вариант проведения попарного сопоставления. Предпочтение выражается указанием номера предпочитаемого объекта (табл. 6.1).

Таблица 6.1. Ортогональная матрица объекта экспертизы

Наименование объекта экспертизы	1	2	3	4	5	6
1	×	1	3	1	1	1
2		×	3	2	2	2
3			×	3	3	3
4				×	5	6
5					×	6
6						×

Балл j -го объекта или весомость j -го показателя рассчитывается по формуле

$$C_{i,j} = \frac{F_{i,j}}{C},$$

где $F_{i,j}$ – частота попадания i -м экспертом j -го объекта экспертизы; C – общее число суждений одного эксперта, связанное с числом объектов экспертизы m соотношением:

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

6.5. Анализ результатов опроса экспертов

Завершающим этапом экспертной оценки являются обработка и анализ результатов опроса. Способ обработки и представления результатов опроса в значительной степени определяется спецификой применяемого метода экспертной оценки.

Для методов индивидуальной экспертной оценки рассматриваемый этап состоит в качественном анализе результатов опроса, сопоставлении их с существующими взглядами на исследуемую проблему и результатами иных прогнозных оценок и разработок.

В разделе 6.2 отмечалась важность правильного выбора экспертов. При обработке и анализе результатов опроса учет личных качеств эксперта, несомненно, также является существенным моментом. Следует учитывать, что известность, признанность ученого не обязательно определяет более высокую достоверность высказанной им прогнозной оценки. При этом необходимо иметь в виду, что специалисты науки и техники могут высказывать вполне достоверные суждения, относящиеся к своей отрасли, но существенно ошибаться в оценке социальных и экономических последствий тех или иных научно-технических свершений. В связи с этим предсказания экспертов должны быть тщательно проверены с целью установления характера и полноты технических и экономических предположений.

Роль учета личных качеств эксперта в процессе обработки и анализа результатов опроса особенно велика как в случае применения методов индивидуальной экспертной оценки, так и при использовании методов коллективной экспертной оценки. В этом случае учет личных качеств эксперта может опираться на оценку степени знакомства эксперта с рассматриваемой проблемой. Тщательный анализ суждений специалиста по различным вопросам должен давать основание для заключения о степени его компетентности как эксперта.

После такой предварительной подготовки начинается собственно этап обработки результатов опроса.

В методе Дельфи этот этап предполагает расположение выраженных в количественной форме оценок, являющихся ответами различных экспертов на определенный вопрос, на некоторой шкале. Затем производится определение для рассматриваемого распределения оценок таких известных в статистике характеристик, как медиана, верхний и нижний квартили [44]. При этом положение медианы на шкале рассматривается как обобщенное мнение группы экспертов, а

величина интервала, границами которого являются верхний и нижний квартили, – как показатель степени согласованности мнений экспертов.

При разработке прогноза методом комиссии обработка результатов экспертной оценки производится в основном самими экспертами, которые в процессе непосредственного общения вырабатывают единый взгляд на рассматриваемую проблему и формулируют прогноз в окончательном виде. Роль руководителя в данном случае состоит в сосредоточении внимания экспертов на оценках, значительно отличающихся от мнения большинства, а также на вопросах, по которым высказаны противоположные суждения большими группами экспертов, и вследствие этого мнение большинства как таковое отсутствует.

Для метода отнесенной оценки (в отличие от метода комиссии) характерным является заранее осознанное и осуществляемое в действительности разделение процесса высказывания суждений и процесса их обработки и анализа. Этап критического анализа и отбора перспективных и целесообразных в будущем решений должен производиться в этом случае сравнительно малочисленной группой специалистов, имеющих высшую квалификацию в исследуемой отрасли.

Целью обработки материалов коллективной экспертной оценки является определение показателя обобщенного мнения и степени согласованности мнений экспертов по каждому вопросу, а также выявление экспертов, высказывающих оригинальные суждения (резко отличающиеся от мнения большинства), и групп экспертов, придерживающихся противоположных точек зрения.

Наиболее удобным и эффективным аппаратом определения обобщенного мнения и степени согласованности мнений экспертов являются методы ранговой корреляции.

Методы ранговой корреляции предусматривают такие операции с рангами (ранги- числа натурального ряда, ранжированные в соответствии с определенным качеством, которым они обладают в разной степени), как сложение, вычитание, умножение, применяемые к количественным категориям. Вместе с тем, ранги не являются количественными категориями, так как характеризуют лишь упорядоченность в соответствии со степенью выраженности определенного признака, но не величину этой степени.

Возможность измерения определенного качества связана с построением шкалы. Всегда можно проранжировать члены некоторой совокупности в соответствии с их расположением на шкале. В этом

случае ранжирование можно рассматривать как менее точный способ выражения упорядоченного отношения членов совокупности, так как он не дает сведений о том, насколько близко друг от друга расположены на шкале различные члены совокупности. Однако то, что ранжирование теряет в точности, оно выигрывает в общности, так как если растянуть или сжать шкалу, ранжировка не изменится; иначе говоря, ранжировка инвариантна относительно растягивания (сжатия) шкалы.

Это свойство ранговой оценки оказывается весьма полезным, например, при экспертной оценке качества сложных изделий, когда трудно обеспечить однозначное понимание всеми экспертами цены балла («балльные оценки» различных экспертов могут оказаться не полностью сопоставимыми). Сведение же этих оценок к рангам благодаря свойству инвариантности ранжировки относительно растягивания (сжатия) шкалы позволяет устранить этот недостаток.

Распределение сумм рангов, полученных каждым направлением исследований в отдельности, и представляет собой согласованное мнение экспертов о распределении направлений исследований по их относительной важности.

Для характеристики степени согласованности нескольких ранжировок, назначенных различными индивидуумами определенному количеству объектов по степени важности некоторого качества, используется коэффициент конкордации [28].

Коэффициент конкордации W в случае отсутствия равных рангов определяется по формуле

$$W = \frac{12}{m^2(n^2 - n)} \sum_{j=1}^n d_j^2,$$

где m – количество экспертов; n – количество направлений исследований; $j = 1, 2, \dots$; d_j – отклонение суммы рангов по i -му направлению исследований от среднего арифметического сумм рангов по n направлениям исследований.

В случае наличия равных рангов коэффициент конкордации W определяется по формуле

$$W = \frac{12}{m^2(n^2 - n) - m \sum_{j=1}^m T_i} \sum_{j=1}^n d_j^2,$$

где T_i – показатель равных (связанных) рангов; $T_i = \sum_{k=1}^L (t_k^2 - t_k)$; L – число групп равных рангов в оценках i -го эксперта; $k = 1, 2, \dots, L$; t_k – число равных рангов в k -й группе.

Характер показателей обобщенного мнения и степени согласованности мнений экспертов, а следовательно, и методика обработки материалов коллективной экспертной оценки определяются типом вопроса.

Контрольные вопросы

1. Назовите аксиомы и принципы, отражающие закономерности организации экспертной оценки.
2. В каких случаях нецелесообразно применять экспертные методы?
3. Какие условия необходимо соблюдать при применении экспертных методов?
4. Какие основные разновидности экспертных методов вам известны?
5. Назовите основные этапы и задачи проведения экспертной оценки.
6. Какова структура анкеты и как они различаются по содержанию, форме и функциям?
7. Какие требования предъявляются при отборе кандидатов в эксперты?
8. Перечислите профессиональные характеристики экспертов.
9. Существует ли взаимосвязь между профессиональными характеристиками экспертов и частными оценками их компетентности?
10. Какова структура и функции рабочей группы?
11. В чем заключаются обязанности членов рабочей группы?
12. Какие основные принципы формирования экспертной группы можно выделить?
13. Перечислите факторы, влияющие на точность и надежность экспертных оценок.
14. Какие из существующих методов оценки компетентности экспертов вы знаете?
15. Что является главным и основным содержанием в организации опроса экспертов?

16. От каких факторов зависит необходимое и достаточное количество экспертов в группе?
17. Какие способы индивидуального опроса экспертов вам известны? Назовите их достоинства и недостатки.
18. Какие способы обмена информацией между экспертами вы знаете? Назовите их достоинства и недостатки.
19. Назовите способы проведения экспертного опроса. Перечислите их достоинства и недостатки.
20. Какие правила необходимо соблюдать при операции обмена информацией между экспертами?
21. Какова роль учета личных качеств эксперта при анализе результатов опроса экспертов?
22. Какими показателями определяется обобщенное мнение экспертов?
23. Каким способом можно определить степень согласованности мнений экспертов?

Список литературы

1. Федеральный закон РФ «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 г. №184-ФЗ.
2. ИСО 9000:2008. Системы менеджмента качества. Основные положения и слова.
3. ИСО 9001:2009. Системы менеджмента качества. Требования.
4. ИСО 9004:2009. Системы менеджмента качества.
5. Адлер, Ю.П. Классификация экспертных методов / Ю.П.Адлер, Г.Г. Азгальдов, Э.П. Райхман // VI симпозиум по кибернетике: сб. докл., 3. «Проблемы коллективных решений и экспертных оценок». – Изд-во ИК АН ГССР, Тбилиси, 1972.
6. Азгальдов, Г.Г. Квалиметрия: прошлое, настоящее, будущее/ Г.Г. Азгальдов // Стандарты и качество. – 1994. – №1. – С.53-55.
7. Азгальдов, Г.Г. Квалиметрии – 30 лет: итоги и перспективы/ Г.Г. Азгальдов // Стандарты и качество. – 1999. – №1. – С.30-36.
8. Азгальдов, Г.Г. Теория и практика оценки качества товаров (Основы квалиметрии)/ Г.Г. Азгальдов. – М.: Экономика, 1982. – 282 с.
9. Что такое качество?/ Г.Г. Азгальдов, А.В. Гличев, В.П. Панов [и др.]. – М.: Экономика, 1968. – 112 с.
10. Антология русского качества / под. ред. Б.В. Бойцова, Ю.В. Крянева; 3-е изд., доп. – М.: РИА “Стандарты и качество”, 2000. – 450 с.
11. Азгальдов, Г.Г. Определение ситуации оценивания качества / Г.Г. Азгальдов // Стандарты и качество. – 1995. – №9. – С.56-59.
12. Амиров, Ю.Д. Квалиметрия и сертификация продукции: метод. пособие / Ю.Д. Амиров. – М.: Изд-во стандартов, 1996. – 104с.
13. Андрианов, Ю.М. Концепция динамической оценки технического уровня объектов техники и технологии / Ю.М. Андрианов, А.И. Субетто // Стандарты и качество. – 1987. – №3. – С.65-71.
14. Андрианов, Ю.М. Квалиметрия в приборостроении и машиностроении / Ю.М. Андрианов, А.И. Субетто. – Л.: Машиностроение, 1990. – 216 с.
15. Аристов, О.В. Управление качеством: учеб. пособие для вузов / О.В. Аристов. – М.: ИНФРА, 2006. – 240 с.
16. Барвинок, В.А. Менеджмент качества в машиностроении: системы, методы, инструменты: учеб. пособие / В.А. Барвинок, В.Е. Гадлевский, Е.А. Стрельников; под общ. ред. чл. кор. РАН В.А. Барвинка. – М.: Наука и технологии, 2008. – 384 с.

17. Барвинок, В.А. Стандартизация и качество изделий машиностроения в свете Федерального Закона «О техническом регулировании»/ В.А. Барвинок, А.Н. Чекмарев // Известия СНЦ РАН. – Самара: СНЦ РАН. – 2005. – Т.7. – №2. – С.464-468.

18. Бешелев, С.Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С.Д. Бешелев, Ф.Г. Гурвич. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Статистика, 1980. – 263 с.

19. Васильев, В.А. Экспертная оценка: учеб. пособие./ В.А. Васильев, Ш.Н. Каландаришвили; под ред. В.А. Васильева. – М.: МАТИ – РГУ им. Циолковского, 2003. – 100 с.

20. Выбор оптимальной номенклатуры показателей качества: метод. указания. – М.: Госстандарт СССР, ВНИИНМАШ, 1974. – 89 с.

21. Гличев, А.В. Основы управления качеством продукции / А.В. Гличев. – М.: РИА “Стандарты и качество”, 2001. – 356 с.

22. Квалиметрия – наука об измерении качества / А.Д. Гличев [и др.] // Стандарты и качество. – 1968. – №1.

23. Прикладные вопросы квалиметрии / А.В. Гличев [и др.]. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 136 с.

24. Гоberman, Л.А. Концептуальные и методические аспекты проблем качества / Л.А. Гоberman, В.А. Гоberman // Качество: теория и практика. – 1998. – № 1-2. – С. 42-50.

25. Всеобщее управление качеством: учебник для вузов / О.П. Глудкин, Н.М. Горбунов, А.И. Гуров [и др.]; под. ред. О. П. Глудкина. – М.: Радио и связь, 1999. – 600 с.

26. Экспертная оценка в научно-техническом прогнозировании / Г.М. Добров, Ю.В. Ершов, Е.И. Левин [и др.]. – Киев: Наукова Думка, 1974. – 160 с.

27. Евланов, Л.Г. Экспертные оценки в управлении / Л.Г. Евланов, В.А. Кубузов. – М.: Экономика, 1978. – 133 с.

28. Ершов, Ю.В. Анализ согласованности мнений при коллективной экспертной оценке перспектив развития конкретной отрасли техники / Ю.В. Ершов // Материалы по науковедению. – Киев: Наукова Думка, 1970.

29. Ивин, А.А. Основания логики оценок / А.А. Ивин. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 100с.

30. Ильин, М.А. Спасение в качестве / М.А. Ильин // Стандарты и качество. – 1996. – №10. – С.14-15.

31. Калейчик, М.М. Квалиметрия: учеб. пособие / М.М. Калейчик. – М.: МГИУ, 2003. – 200 с.

32. Качество продукции. Принципы и методы обеспечения: учеб. пособие/ В.П. Каршаков, Ю.В. Перекусихин, Б.П. Сибринин [и др.]; под ред. проф. Г.П. Шлыкова. – Пенза: Пенз. гос. техн. ун-т, 1996. – 106 с.

33. Квалиметрия в машиностроении: учебник / Р.М. Хвастунов, А.Н. Феофанов, В.М. Корнеева [и др.]. – М.: Изд-во «Экзамен», 2009. – 285 с.

34. Киселев, Ю.В. Метод экспертных оценок / Ю.В. Киселев // Экономика и математические методы. – 1967. – №3.

35. Коренное повышение качества продукции – важный фактор ускорения: учеб. пособие / А.В. Гличев, Ф.А. Амирджаниянц, В.И. Сиськов [и др.]. – М.: Экономика, 1981. – 356 с.

36. Крылова, Г.Д. Зарубежный опыт управления качеством / Г.Д. Крылова. – М.: Изд-во стандартов, 1992.

37. Крянев, Ю.В. Философия качества. Образ качества / Ю.В. Крянев, М.А. Кузнецов // Стандарты и качество. – 1997. – №4. – С. 68-69.

38. Литвак, Б.Г. Экспертные оценки принятия решений / Б.Г. Литвак. – М.: Патент, 1996.

39. Менеджмент систем качества: учеб. пособие / М.Г. Круглов, С.К. Сергеев, В.А. Такташов [и др.]. – М.: Изд-во стандартов, 1997. – 368 с.

40. Методы квалиметрии в машиностроении: учеб. пособие/ под ред. В.Я. Кершенбосума, Р.М. Хвастунова. – М.: МФ «Технонефтегаз», 1999. – 212 с.

41. Методические указания по оценке технического уровня и качества промышленной продукции: РД50-149-79. – М.: Изд-во стандартов, 1979.

42. ГОСТ 22732-77. Методы оценки уровня качества промышленной продукции. Основные положения. – Введ. с 1 января 1978 г. – М.: Изд-во стандартов, 1977.

43. Азгальдов, Г.Г. О квалиметрии / Г.Г. Азгальдов, Э.П. Райхман. – М.: Изд-во стандартов, 1972. – 172 с.

44. Орлов, А.И. Экспертные оценки в задачах управления: сб. трудов / А.И. Орлов. – М.: Ин-т проблем управления, 1982. – С.58-66.

45. Панкова, Л.А. Организация экспертиз и анализ экспертной информации / Л.А. Панкова, А.М. Петровский, М.В. Шнейдерман. – М.: Наука, 1984. – 120 с.

46. Райхман, Э.П. Квалиметрия и стандарты ИСО 9000 / Э.П. Райхман // Стандарты и качество. – 1994. – №11. – С. 30-32.
47. Репях, С.М. Квалиметрия, управление качеством, сертификация: учеб. пособие для специальности 072000 всех форм обучения / С.М. Репях, В.В. Левшина, А.Г. Ковалев; под ред. В.В. Летуновского. – Красноярск: СибГТУ, 1999. – Ч.1, 2. – 252 с.
48. Рыжаков, В.В. Основы оценивания качества продукции: учеб. пособие / В.В. Рыжаков, В.Б. Моисеев, Л.Г. Пятирублевый; под ред. проф. В.В. Рыжакова. – Пенза: Изд-во Пенз. технол. ин-та, 2001. – 308с.
49. Статистические методы анализа экспертных оценок. – М.: Наука, 1977. – 384 с.
50. Салимова, Т.А. Управление качеством: учеб. пособие специальности “Менеджмент организации”/ Т.А. Салимова. – М.: Изд-во “Омега-л”, 2007. – 414 с.
51. Субетто, А.И. Эволюция и некоторые принципы перестройки систем управления качеством на современном этапе / А.И. Субетто // Стандарты и качество. – 1987. – №8. – С. 27-29.
52. Субетто, А.И. Квалиметрия / А.И. Субетто. – СПб: Изд-во “Астерион”, 2002. – 288 с.
53. Фейгенбаум, А. Контроль качества продукции / А. Фейгенбаум; пер. с англ. – М.: Экономика, 1986. – 326 с.
54. Фомин, В.Н. Квалиметрия. Управление качеством. Сертификация: курс лекций / В.Н. Фомин. – М.: Ассоциация авторов и издателей «Тандем». Изд-во «ЭКМОС», 2000. – 320 с.
55. Чекмарев, А.Н. Моделирование конкурентоспособности потребительской продукции с использованием квалиметрической таксонометрии / А.Н. Чекмарев, Р.В. Буткевич // Стандартизация и менеджмент качества: сб. науч. тр. – Брянск: БГТУ, 2006. – С.152-159.
56. Чекмарев, А.Н. Статистические методы управления качеством / А.Н. Чекмарев, В.А. Барвинок, В.В. Шалавин. – М.: Машиностроение, 1999. – 320 с.
57. Чекмарев, А.Н. Оценка качества продукции на динамически развивающихся рынках / А.Н. Чекмарев, Р.В. Буткевич // Методы менеджмента качества. – М.: РИА “Стандарты и качество”, 2007. – №12. – С.31-37.
58. Шестопал, Ю.Т. Конкурентоспособность и качество / Ю.Т. Шестопал, Н.Ю. Шетинина // Стандарты и качество. – 2010. – №2. – С. 62-65.

ЭКСПЕРТНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕСОМОСТИ

В настоящее время с точки зрения методики проведения опросов экспертов наиболее совершенным считается метод Дельфи, характерными чертами которого являются следующие:

- 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.

Назначение метода Дельфи состоит в выявлении преобладающего мнения специалистов по какому-либо вопросу в обстановке, исключающей прямые дебаты между ними, но позволяющий им вместе с тем снова и снова взвешивать свои суждения с учетом ответов и доводов коллег.

Процедура получения экспертных оценок (ЭО) весомости содержит четыре этапа: организация опроса, проведение опроса, обработка результатов опроса и получение оценок весомости, анализ результатов.

Организация опроса. На этом этапе необходимо решить ряд вопросов, из которых главный – выбор экспертов, так как объективность ЭО, ее точность и надежность зависят в основном от квалификации эксперта.

Существуют два основных подхода к оценке квалификации и выбору экспертов:

- по критерию близости оценки эксперта к средней оценке группы экспертов;
- по критерию качества решения тестовых задач, тождественных реальным.

Второй способ представляется более перспективным. Отсюда – важность вопроса разработки тестовых задач для выбора экспертов, определяющих весомость свойств качества. Основная сложность этого

вопроса – доказательство тождественности задачи назначения весомоти и тестовой.

Вероятно, наиболее объективным критерием пригодности эксперта может служить значение погрешности определения им весомоти ΔM , которая представляет собой разность значений весомоти, назначенной экспертом M , и истинной (допустим, средней) весомоти $M_{ист}$:

$$\Delta M = |M_{ист} - M|. \quad (П.1)$$

Помимо критериев квалификации экспертов значительный интерес представляет вопрос определения их оптимального количества. Вопрос этот до настоящего времени практически не разработан, хотя отдельные попытки его решения предпринимались. Однако допущения, принятые в этих работах, например, предположение в равноточных ответах различных экспертов и подход к оценкам как к случайным величинам, т.е. неучет систематической составляющей, сильно снижает ценность полученных выводов.

Вторая часть первого этапа – разработка карт опроса. При разработке карт опроса необходимо обратить внимание на четкость постановки вопроса, обеспечивающей однозначность его понимания экспертами. Кроме того, следует принимать во внимание, что эксперту трудно без значительной ошибки выносить решение, когда приходится учитывать более семи альтернатив, например, назначить весомоть более чем семи свойствам. Поэтому нельзя представить экспертам список, в котором, например, несколько десятков свойств, и требовать от них назначить весомоти этих свойств. В этом случае свойства должны быть представлены в виде иерархической структурной схемы таким образом, чтобы количество свойств, объединенных в любую группу, было не больше семи.

Проведение экспертного опроса. Известно, что эксперт – не абсолютно непогрешимый авторитет и что из-за отсутствия четких критериев выбора экспертов процесс назначения весомоти свойств носит, в определенной степени, случайный характер. Поэтому целесообразно до начала работы дать экспертам всю необходимую информацию: качественные и количественные требования потребителей оцениваемой продукции, описание условий эксплуатации, характеристики наилучших аналогов и т.д. Кроме того, для повышения достоверности экспертных оценок весомоти желательно, чтобы эксперт привлекался к этой работе не от случая к случаю, а систематически.

Эффективность системы экспертиз будет еще больше, если мы сможем организовать связь, если эксперт, формулирующий свое суждение, знает результаты предшествующих экспертиз.

В настоящее время наиболее широкое распространение получили шесть методов экспертного определения весомости различных факторов и свойств, которые отличаются как подходами к постановке вопросов, так и проведением экспериментов и обработкой результатов опроса.

Метод предпочтения. Эксперта просят пронумеровать все весомости M_j в порядке их предпочтения так, что весомость наименее предпочитаемого (важного) свойства получает номер 1, следующего по важности свойства – номер 2 и т.д.

Расчетная формула весомости j -го свойства:

$$M_j = \frac{\sum_{l=1}^r W_{jl}}{\sum_{j=1}^n \sum_{l=1}^r W_{jl}}, \quad (\text{П.2})$$

где W_{jl} – место, на которое поставлена весомость j -го свойства у l -го эксперта; r – количество экспертов; n – количество свойств.

Метод ранга. Эксперта просят оценить важность каждого свойства по шкале относительной значимости в диапазоне 1-10, причем ему разрешено по этой шкале выбирать не только целые, но и дробные числа:

$$M_j = \frac{\sum_{l=1}^r M_{jl}}{\sum_{l=1}^r \sum_{j=1}^n M_{jl}}, \quad (\text{П.3})$$

где

$$M_{jl} = \frac{P_{jl}}{\sum_{j=1}^n P_{jl}}, \quad (\text{П.4})$$

причем P_{jl} – оценка весомости j -го свойства у l -го эксперта.

Первый метод попарного сопоставления. Эксперт получает матрицу (таблица), в которой по горизонтали и вертикали обозначены все сравниваемые свойства (для простоты рассмотрения название свойств заменено их соответствующими весомостями M_j , а количество свойств ограничено пятью).

В каждой клетке, относящейся к двум сравниваемым свойствам, ему необходимо проставить номер того (из каждой пары) свойства, которое он считает более важным.

Таблица для опроса экспертов

		M_2	M_3	M_4	M_5
1	M_1				
2	M_2				
3	M_3				
4	M_4				
5	M_5				

Расчетные формулы:

$$M_j = \frac{\sum_{l=1}^r M_{jl}}{\sum_{l=1}^r \sum_{j=1}^n M_{jl}}, \quad (\text{П. 5})$$

где

$$M_{jl} = \frac{f_{jl}}{J}, \quad (\text{П. 6})$$

$$f_{jl} = \sum_j^{n-1} f\left(\frac{j}{j'}\right)l,$$

где f_{jl} – частота превалирования у l -го эксперта весомости j – го свойства над весомостями всех остальных свойств; $f\left(\frac{j}{j'}\right)l$ – частота превалирования у l -го эксперта весомости j -го свойства над весомостью j' - го свойства; J – число суждений, равное

$$J = \frac{n(n-1)}{2}. \quad (\text{П. 7})$$

Второй метод попарного сопоставления. Эксперт сравнивает пары свойств и определяет преимущество одного из них не с помощью матрицы, а просто подчеркивая предпочтительное свойство в каждой из представленных ему комбинаций вида: свойство 1 – свойство 2; свойство 7 – свойство 15 и т.д.

Расчетные формулы те же, что и для первого метода попарного сопоставления.

Метод полного попарного сопоставления. Чтобы избежать возможной ошибки, связанной с тем, что какому-то j -му свойству отдастся преимущество по сравнению со свойством j' не потому, что оно более важно, а потому, что при сравнении по второму методу попарного сопоставления его случайно поставили первым в паре, сравнение производится не только в порядке «свойство j – свойство j' », но и в обратном порядке «свойство j' – свойство j ».

Расчетные формулы остаются прежними, за исключением

$$J = n(n-1). \quad (\text{П. 8})$$

Метод последовательных сопоставлений. Эксперта просят:

- расположить весомости всех свойств в порядке предпочтения (см. метод предпочтения);
- наиболее важное свойство получает весомость $M_1 = 1,0$, а все остальные – в порядке убывания в диапазоне $1 \dots 0$;
- если свойство с весомостью M_1 важнее всех остальных свойств, вместе взятых, то M_1 увеличивается до величины, превосходящей сумму всех прочих весомостей, т.е.

$$M_1 > \sum_{j=2}^n M_j;$$

- при необходимости, в зависимости от важности самого главного свойства M_1 , может быть проведена и обратная процедура так, чтобы удовлетворить соотношению:

$$M_1 < \sum_{j=2}^n M_j;$$

- затем решается аналогичный вопрос по отношению к следующему по важности свойству и т.д. для всех остальных свойств.

Все методы объединяет одно главное положение: эксперты должны определить, какое из двух сравниваемых свойств важнее, и в некоторых случаях указать, насколько важнее.

Анализ результатов состоит в ранжировании факторов, влияющих на процесс. Он аналогичен задаче ранжирования свойств по их весомости, решаемой методом предпочтения.

Обработка результатов опроса несколько отличается от рассмотренной в методе предпочтения. Ранг фактора определяется как

$\sum_{j=1}^n a_{jl}$ (где a_{jl} – ранг j -го фактора у l -го эксперта). Для оценки степе-

ни согласованности различных экспертов использован коэффициент конкордации W , который позволяет определить, существует ли неслучайная согласованность во мнениях экспертов:

$$W = \frac{12S}{r^2(n^2 - n)}, \quad (\text{П. 9})$$

где S – сумма квадратов отклонений средней суммы рангов от суммы рангов каждого фактора.

Разность между суммой рангов каждого фактора и средней суммой рангов

$$\Delta j = \sum_{l=1}^r a_{jl} - T, \quad (\text{П. 10})$$

причем

$$T = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{l=1}^r a_{jl}}{n}. \quad (\text{П. 11})$$

Если значение W окажется достаточно высоким, то существует неслучайная согласованность во мнениях экспертов.

Для оценки степени согласованности между мнениями двух экспертов (или двух групп экспертов) применяется коэффициент ранговой корреляции по Спирмену:

$$R = 1 - \frac{\sum_{j=1}^n d_j^2}{n^2 - n}, \quad (\text{П. 12})$$

где d_j – разность рангов двух экспертов (или групп) для j -го фактора.

После получения значимого W предлагается построить среднюю априорную диаграмму рангов.

Учебное издание

Чекмарев Анатолий Николаевич

КВАЛИМЕТРИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ
Часть 1. КВАЛИМЕТРИЯ

Учебное пособие

Редактор Т.К. Кретинина
Верстка А.В. Ярославцева

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Печ. л. 10,75. Тираж 50 экз. Заказ .

Самарский государственный аэрокосмический университет.
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

Изд-во Самарского государственного аэрокосмического университета.
443086 Самара, Московское шоссе, 34.