

КВАЛИМЕТРИЯ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

Витебский государственный технологический университет

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования

«Витебский государственный технологический университет»

ПЕТЮЛЬ И.А., ШЕВЕРИНОВА Л.Н.

КВАЛИМЕТРИЯ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

для студентов специальностей 1–54 01 01–04 «Метрология,
стандартизация и сертификация (легкая промышленность)»,
1–25 01 09 «Товароведение и экспертиза товаров (легкая
промышленность)»

Витебск

2012

УДК 658.56
ББК 65.291.823.2
П 31

Рецензент:

Махонь А.Н., кандидат технических наук, доцент кафедры «Стандартизация»

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ» «2»ноября 2011 г., протокол № 7

П 31 Петюль, И. А. Квалиметрия: конспект лекций / И. А. Петюль, Л. Н. Шеверина – Витебск : УО «ВГТУ», 2012. – 125 с.

ISBN 978-985-481-260-1

В конспекте лекций изложены принципы и общая теория квалиметрии – науки об измерении и количественной оценке качества объектов. Рассмотрены методы и средства квалиметрии. Представлена типовая номенклатура показателей качествообразующих свойств изделий и методы выбора конкретных показателей для оценки качества объекта. Описаны процедуры процесса квалиметрического оценивания качества промышленной продукции. Рассмотрено применение экспертных методов в квалиметрии. Конспект лекций предназначен для студентов специальности 1–54 01 01–04 «Метрология, стандартизация и сертификация (легкая промышленность)» очной и заочной форм обучения, а также для студентов специальности 1–25 01 09 «Товароведение и экспертиза товаров (легкая промышленность)».

УДК 658.56
ББК 65.291.823.2

ISBN 978-985-481-260-1

© Петюль И.А., 2012
© Шеверина Л.Н., 2012
© УО «ВГТУ», 2012

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	5
ЛЕКЦИЯ 1. КВАЛИМЕТРИЯ КАК НАУЧНАЯ ОБЛАСТЬ	7
1.1 Развитие квалиметрии как науки и ее современное состояние	7
1.2 Предмет, объект и структура квалиметрии.....	9
1.3 Взаимосвязь квалиметрии с другими науками	11
1.4 Основные термины и понятия квалиметрии	13
1.5 Принципы квалиметрии	19
1.6 Квалиметрия на этапах жизненного цикла продукции (ЖЦП).....	21
1.7 Эффект повышения качества объекта	24
ЛЕКЦИЯ 2. ВЫБОР СВОЙСТВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ.....	27
2.1 Правила построения «дерева свойств».....	27
2.2 Классификация промышленной продукции	35
2.3 Унифицированная система показателей качества промышленной продукции	37
2.4 Классификация показателей качества продукции	55
2.5 Порядок выбора номенклатуры показателей качества продукции (НПКП)	57
2.6 Методы выбора номенклатуры показателей качества продукции	61
ЛЕКЦИЯ 3. ОСНОВЫ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ КАЧЕСТВА ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОДУКЦИИ	72
3.1 Понятие оценки качества	72
3.2 Последовательность операций оценивания уровня качества	74
3.3 Описание ситуации оценивания и установление цели оценки.....	75
3.4 Выбор свойств и номенклатуры показателей при оценивании уровня качества	77
3.5 Квалиметрические шкалы	80
3.5.1 Требования к квалиметрическим шкалам	80
3.5.2 Виды квалиметрических шкал.....	82
3.6 Выбор базовых образцов продукции.....	87
3.7 Методы определения численных значений показателей качества	90
3.8 Методы оценки уровня качества	94
3.8.1 Дифференциальный метод	95
3.8.2 Комплексный метод	101
3.8.3 Смешанный метод оценки	106
3.8.4 Коэффициент вето	107
3.9 Методы определения коэффициентов весомости.....	109
ЛЕКЦИЯ 4. ЭКСПЕРТНЫЕ МЕТОДЫ В КВАЛИМЕТРИИ	114
4.1 Подготовка экспертного опроса	114
4.2 Требования, предъявляемые к экспертам	117
4.3 Методы опроса экспертов	122
4.4 Метод Дельфи в экспертной оценке качества продукции	124

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время практическую экономику иногда называют *кавалитической*. Это название выражает одну из сущностных особенностей современной экономики, ориентированной на производство, реализацию (продажу) и потребление наиболее качественных услуг и продукции. В основе идеологии квалитической экономики лежит принцип, провозглашенный и успешно осуществляемый в экономически развитых странах, – «качество превыше всего». Это означает, что акцент, внимание, заинтересованность в качестве, работа по повышению качества выгоднее увеличения количества производимой продукции и услуг. Качество товаров и услуг предопределяет, наряду с умеренной ценой, их конкурентоспособность. А от конкурентоспособности, в свою очередь, зависит успех, прибыль, эффективность предприятий и, наконец, качество жизни людей, общества, государства.

Философия и методология всеобщего (тотального) управления (менеджмента) качеством во многих странах мира стала основной национальной идеей, приводящей к их ускоренному социально-экономическому прогрессу.

Очевидно, что трудно, практически невозможно эффективно управлять качеством, не измерив его, не определив количественно показатели свойств и их совокупности (качества), не сравнив численные значения этих показателей с соответствующими показателями аналогичной продукции (услуги) конкурента или эталонного образца. Поэтому по необходимости вопросами разработки методов измерения и способов оценки качества объектов занимается **квалитетрия**.

Квалитетрия – это самостоятельная область науки (конкретная наука) и учебная дисциплина о методах количественного определения и оценивания качеств различных объектов.

Численные оценки качеств как совокупностей всех свойств анализируемых объектов используются при обосновании и принятии управленческих решений для последующего обеспечения, управления или улучшения качеств предметов (в частности, продукции), явлений и различных процессов, включая процессы производства, обслуживания, менеджмента, управления деятельностью, связанной с решением проблем качества, и т. д. Следовательно, важнейшим вопросом квалитетрии является создание и развитие научно обоснованных методов адекватного определения **уровней** качеств оцениваемых объектов по отношению к аналогичным объектам эталонного (базового) качества.

С помощью квалитетрии решаются теоретические, методологические (гносеологические, т. е. познавательные) и методические вопросы, связанные с проблемой качества, а также многие практические задачи, например:

- ◇ совершенствование и создание новых конструкций в процессе проектно-конструкторских разработок промышленной продукции;
- ◇ улучшение технологий изготовления и эксплуатации изделий;
- ◇ повышение качества и, следовательно, конкурентоспособности продукции, работ и услуг, предприятий, отраслей, страны;
- ◇ увеличение эффективности и технико-экономических характеристик

производства и выпускаемых изделий;

- ◇ повышение качества коммерческих договоров (контрактов), в частности установления квалиметрических требований к выпускаемой (поставляемой) продукции и т. д.

В настоящее время в учебных планах многих специальностей есть дисциплины, базирующиеся на квалиметрии или включающие в себя основы квалиметрии. Абсолютное большинство студентов инженерных и экономических специальностей изучают дисциплину «Управление качеством», в которой основным компонентом является квалиметрия. Квалиметрические методы оценки качества рассматриваются и в ряде других дисциплин, таких как «Товароведение», «Менеджмент качества» и «Экспертиза товаров», т. е. везде, где есть необходимость оценивать качество чего-либо. Все это свидетельствует о значительной востребованности знания квалиметрии.

В связи с вышеизложенным, в данном конспекте рассмотрены теоретические основы квалиметрии и ее методы, имеющие всеобщий, общенаучный, межотраслевой характер, а также вопросы специальной квалиметрии промышленной продукции.

ЛЕКЦИЯ 1. КВАЛИМЕТРИЯ КАК НАУЧНАЯ ОБЛАСТЬ

1.1 Развитие квалиметрии как науки и ее современное состояние

Первые известные случаи оценки качества продукции относятся к XV веку до н.э. В то время гончары острова Крит маркировали свои изделия специальным знаком, свидетельствующем об изготовителях и о высоком качестве их продукции. Фирменные знаки, а также другие знаки качества и сейчас служат ориентиром, оценочным признаком качества продукции.

Древнейшим примером экспертной оценки качества является дегустация вин. Всевозрастающая необходимость определения соответствия продуктов труда нуждам потребителей привела к возникновению специальной научной дисциплины – товароведения. Развитие международной торговли требовало классификации продукции по качественным категориям, а для этого надо было измерять не только отдельные показатели свойств продукции, но количественно оценивать ее качество по совокупности всех основных потребительских свойств. В связи с этим в Европе и США в конце XIX – начале XX вв. стали широко использовать методы оценки качества продукции с помощью баллов.

Впервые в России в 1907 году академиком А.М. Крыловым, известным кораблестроителем, был обоснован и применен аналитический метод оценки качества кораблей. Качество предлагаемых для строительства проектов военных кораблей оценивалось с помощью коэффициентов, учитывающих степень выраженности каждого свойства корабля и их неравнозначности. Сведение этих коэффициентов в единую систему (карту) позволило оценить качество рассматриваемых проектов с количественной стороны.

В 20-30-х годах прошлого столетия в СССР и в других странах методы количественной оценки качества товаров получили дальнейшее развитие и успешно использовались на практике. Так, например, П. Бриджмен в 1922 году и М. Аранович в 1928 году предложили способ сведения к одному показателю нескольких количественных оценок различных параметров, характеризующих качество продукции.

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

Зарождение квалиметрии обусловлено воздействием двух основных факторов. Во-первых, появлением в первой половине XX в. в экономически развитых странах многочисленных эмпирических методик количественной оценки качества (первоначально главным образом – качества продукции); во-вторых, необходимостью теоретического обоснования, а также повышения точности и надежности этих методик. К концу 60-х гг. XX столетия группа научных работ-

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

Название этой дисциплины «квалиметрия» было дано на неофициальном «симпозиуме», который состоялся в Москве в ноябре 1967 г. в ресторане «Будапешт». Участники симпозиума постановили, что конечной целью квалиметрологов является разработка и совершенствование методик, с помощью которых качество конкретно оцениваемого объекта может быть выражено одним числом, характеризующим степень удовлетворения данным объектом общественной или личной потребности.

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

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

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

На XV Международной конференции Европейской организации по контролю качества (ЕОКК) в 1971 г., проходящей в г. Москве, проблемы квалиметрии впервые обсуждались на представительном международном форуме на одной из специальных сессий. После этого квалиметрия получила широкое международное признание, ее проблемы систематически рассматривались на ежегодных конференциях ЕОКК и на всемирных конференциях по качеству. Проведены две всесоюзные научные конференции по квалиметрии – в Таллине (1972 г.) и Саратове (1988 г.).

В 1979 году Госстандарт СССР издает руководящий документ РД 50-149-79 «Методические указания по оценке технического уровня и качества продукции», и с этого же года термин «квалиметрия» является стандартизованным в ГОСТ 15467–79 «Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения».

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

Существенный вклад в изучение квалиметрии внесла московская научная школа (Г. Г. Азгальдов, А. В. Гличев, Э. П. Райхман, В. И. Синько и др.). Благодаря исследованиям московских ученых получили развитие как сама квали-

метрия, так и ее приложения: определены общие методологические принципы квалиметрии, сформулированы положения аксиоматической теории оценивания качества, разработаны методологические основы структуризации свойств, выбора и классификации показателей качества, проведено теоретическое обобщение методов измерения и оценивания качества.

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

Проблема качества никогда не теряет своей актуальности, она, по существу, постоянна. В XX столетии можно выделить три этапа развития страны. На каждом этапе отношение к проблеме качества разное. В доперестроечный период лозунг борьбы за качество носил, скорее, политический, чем практический характер. Публично все поддерживали идею повышения качества, но практически механизм не работал.

В первые годы перестройки тему качества поднимал и обсуждал довольно узкий круг специалистов. Руководителей и коллективы предприятий в большей степени волновали вопросы приватизации. Рынок, как вакуум, втягивал и принимал любые товары, поэтому разговор о качестве на большинстве предприятий просто не воспринимался. Сейчас рынок стал достаточно насыщенным и более стабильным, особенно в отношении продукции длительного пользования. Ряд мер по защите граждан от небезопасных товаров приняло государство. Качество, став причиной банкротства многих предприятий, сегодня воспринимается уже не как абстрактная категория, а как стратегическая задача, от успешного решения которой во многом зависит стабильность экономики, ее место в мировом производстве и распределении.

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

Задача повышения качества продукции в настоящее время стала одной из главных в нашей стране. Значимость этой задачи в ближайшем будущем, без сомнения, еще больше возрастет, что объясняется рядом причин, вытекающих из уровня производительных сил, состояния и перспектив развития экономики.

Но для того, чтобы улучшить качество, нужно, прежде всего, уметь его количественно определять, т.к. применение численных методов – одна из важнейших предпосылок правильности принимаемых решений при управлении качеством.

1.2 Предмет, объект и структура квалиметрии

***Квалиметрия** – это научная область, объединяющая количественные методы оценки качества объектов и процессов деятельности людей, исполь-*

зуемые для обоснования решений, принимаемых при управлении качеством продукции и стандартизации.

В настоящее время ввиду многообразия продукции приходится измерять и оценивать качество автомобилей и торговой упаковки, жилой квартиры и ракетного оружия, пищевых продуктов и электромоторов, обуви и жилых комплексов и пр. Общими при оценке качества таких разнородных объектов будут принципы и методы таких оценок.

В настоящее время методы, разработанные в квалиметрии, широко применяются не только для количественной оценки качества промышленной продукции, но и различных других предметов, а также процессов (процессов управления, обучения и др.). Вся совокупность **объектов**, для оценки качества которых может быть использован аппарат квалиметрии, представлена на рисунке 1.1.

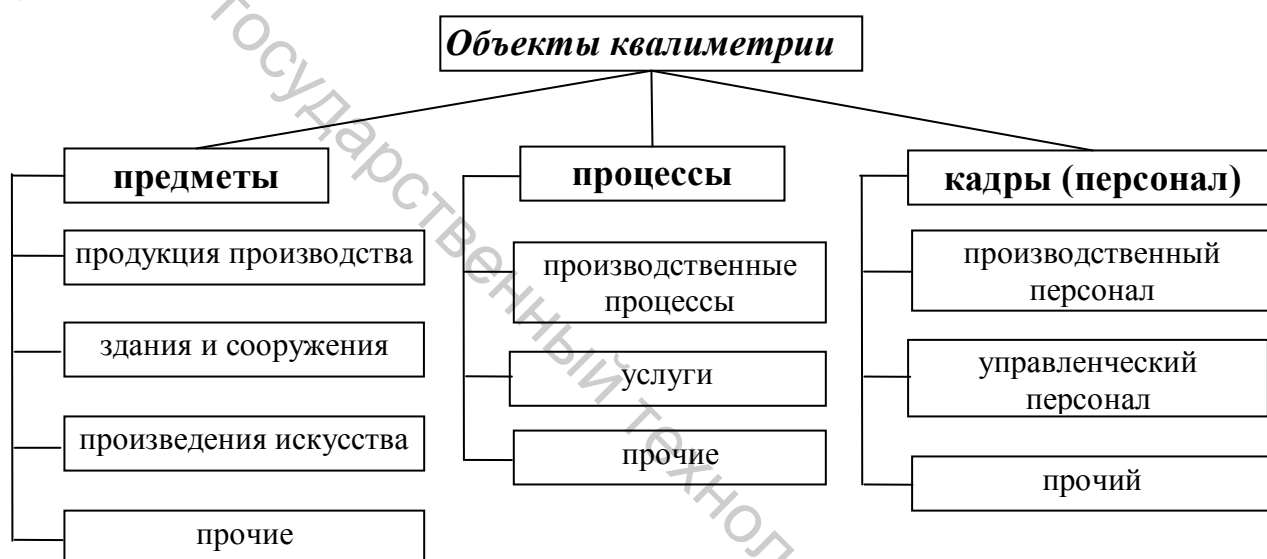


Рисунок 1.1 – Объекты квалиметрии

Предметом квалиметрии является количественное оценивание качества любых материальных и нематериальных элементов реального мира.

В целом квалиметрию можно разделить на три ветви: теоретическую (общую), специальную и прикладную (предметную).

Теоретическая квалиметрия абстрагируется от конкретных объектов (предметов или процессов) и изучает только общие закономерности и математические модели, связанные с оценкой качества. Объектом теоретической квалиметрии являются философские и методологические проблемы количественной оценки качества. Теоретические основы и методы оценок качества различных объектов и процессов, используемые в различных прикладных разделах квалиметрии, практически одинаковы.

Задача **специальной квалиметрии** заключается в разработке конкретных методик и математических моделей для оценки качества конкретных объектов разного вида и назначения. Здесь различают экспертную, вероятностно-статистическую, индексную квалиметрии, квалиметрическую таксономию и др.

Разделами **прикладной квалиметрии** с учетом предмета оценивания являются квалиметрия продукции (техники), труда и деятельности, проектов, процессов (в широком смысле) и др. Кроме того, прикладные разделы квалиметрии взаимосвязаны с другими науками: техническими, социальными, медицинскими, геологическими и т. д. Известны, например, такие разделы квалиметрии, как квалиметрия машин, географическая квалиметрия, строительная квалиметрия, квалиметрия технологических процессов, квалиметрия проектирования и конструирования, педагогическая квалиметрия и т. п.

1.3 Взаимосвязь квалиметрии с другими науками

Квалиметрия понимается как часть *квалитологии* (науки о качестве), взаимодействующей с другими ее основными частями: теорией качества и теорией управления качеством (принцип триединства).

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

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

Квалиметрия – это междисциплинарная наука, относящаяся как к технике, так и к экономике, т. е. является комплексной. В этом одно из ее основных отличий от многих наук (или научных областей). Действительно, квалиметрия необходима во всех случаях, когда нужно дать количественную оценку качества какого-либо объекта (особенно комплексную оценку). Но это не означает, что без квалиметрии такие оценки невозможны – их получали и продолжают получать, не прибегая к квалиметрическому аппарату. Дело в том, что подобные оценки, за редким исключением, менее точны.

Междисциплинарный (межотраслевой) характер квалиметрии сам по себе еще не определяет ее место среди других отраслей знания. Поэтому целесообразно хотя бы очень кратко рассмотреть взаимосвязь квалиметрии с некоторыми отраслями науки, изучающими в определенных отношениях те же проблемы, что и квалиметрия.

Подобный анализ проведен применительно к наукам, данные которых используются в квалиметрии (метрологии, экспериментальной психологии, прикладной математике), и к наукам, которые сами используют данные, получаемые в квалиметрии (теории экономической эффективности, исследовании операций, аксиологии).

Квалиметрия и метрология. Метрология – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности. Для получения комплексной оценки качества продукции необходимо определение отдельных (в основном простых) свойств качества. Но для такой операции необходимо знать значения абсолютных показателей этих свойств. В подавляющем большинстве случаев такие показатели измеряются с помощью

приборов. Правда, для многих органолептических свойств качества еще отсутствуют методы физических измерений, и оценки получают экспертным путем, не определяя абсолютные показатели. Основная линия развития заключается в замене метрологических методами всех тех экспертных методов, которые еще приходится применять при измерении абсолютных показателей.

Таким образом, квалиметрия использует полученные в метрологии данные как фундамент для своих дальнейших исследований.

Квалиметрия и экспериментальная психология. В квалиметрии важную роль играют экспертные методы. Они являются основным инструментом при определении весомостей (важности) показателей качества. Но развитие экспертных методов немыслимо в отрыве от данных, получаемых в экспериментальной психологии: данных о психофизиологических возможностях человека (эксперта); требований к психологическим характеристикам экспертов; рекомендаций по наиболее правильной процедуре проведения экспертного опроса; поправок на систематические и случайные ошибки в оценках, даваемых экспертами, и т. д.

Таким образом, использование в квалиметрии экспертных оценок вызывает потребность в ее тесном контакте с экспериментальной психологией.

Квалиметрия и прикладная математика. 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.

Квалиметрия и исследование операций. Исследование операций – это научная дисциплина, изучающая методы, с помощью которых человек может определить наиболее целесообразную (оптимальную) стратегию своего поведения – принять правильное решение. Вместе с тем, само понятие "оптимальная стратегия" предполагает наличие критерия, по которому эта оптимальность определяется. Поэтому для всего класса задач исследования операций характерно использование такого рода критериев.

В исследовании операций при оптимизации качества (нахождении такого соотношения всех показателей, при котором оценка качества имеет оптимальное значение) используется математическая модель критерия качества. Однако для создания более точной модели нужно решить целый ряд проблем, специфических для квалиметрии и совершенно чуждых исследованию операций.

Поэтому именно квалиметрия разрабатывает критерии оптимизации (критерии качества), которые используются в исследовании операций при решении подкласса задач, связанных с оптимизацией параметров качества. Однако квалиметрия, в свою очередь, пользуется методами исследования операций.

Квалиметрия и аксиология. Аксиология (теория ценностей) намечает общие подходы к оценке всех тех категорий, которые представляют ценность для человека: духовных (этических, эстетических) и материальных (полезных предметов и явлений, их качества, представляемых ими благ и т. д.).

Таким образом, качество какого-то объекта, представляя материальную (а в некоторых случаях и духовную) ценность для человека, с одной стороны, является объектом изучения аксиологии, а с другой – объектом количественного анализа в квалиметрии. Поэтому, вероятно, правомерной является следующая аналогия: аксиология так относится к квалиметрии, как экономика – к эконометрике; биология – к биометрии, социология – к социометрии и т.д.

Квалиметрия и теория экономической эффективности. В теории экономической эффективности используются многочисленные критерии, имеющие одну общую особенность: все они строятся на сопоставлении результатов с затратами на это мероприятие. При этом затраты, как правило, выражаются в денежных единицах (реже – в человеко-часах полезного труда), а получаемые результаты определяются или в денежных единицах, или в натуральных, физических единицах измерения – штуках, тоннах, метрах продукции. В результате размерность критерия эффективности имеет вид руб/руб, физическая единица/руб (или наоборот).

1.4 Основные термины и понятия квалиметрии

Квалиметрия, как и любая наука, базируется на понятийном аппарате. Рассмотрим некоторые основные понятия, используемые в квалиметрии. Так как объектом квалиметрии являются общие принципы и методы оценки качества, то необходимо сначала выяснить смысл, сущность и содержание того, что называется качеством.

Качество является основным и наиболее общим понятием (категорией) в системе исходных понятий квалиметрии.

Содержание понятия «качество» менялось по мере развития человечества, его производительных сил, социальных отношений. Это понятие постепенно усложнялось, приобретало интегральный характер и в настоящее время распространяется не только на продукцию, услуги, но и на организацию производства, общества и жизнь в целом. Эволюция представлений о качестве приведена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Эволюция понятия «качество»

Автор	Формулировка определения качества
Аристотель (III в. до н. э.)	Различие между предметами; дифференциация по признаку «хороший – плохой»
Гегель (XIX в. н.э.)	Качество есть в первую очередь тождественная с бытием определенность, так что нечто перестает быть тем, что оно есть, когда оно теряет свое качество
Китайская версия	Иероглиф, обозначающий качество, состоит из двух элементов: равновесие и деньги (качество = равновесие + деньги). Следовательно, качество тождественно понятиям «высококлассный», «дорогой»

Окончание таблицы 1.1

У. Шухарт (1931 г.)	Качество имеет два аспекта: объективные физические характеристики; субъективную сторону: насколько вещь хороша для потребителя
Исикава К. (1950 г.)	Качество – свойство, реально удовлетворяющее потребителей
Дж. М. Джуран (1979 г.)	Пригодность для использования (соответствие назначению); субъективная сторона: качество есть степень удовлетворения потребителя (для реализации качества производитель должен узнать требования потребителя и сделать свою продукцию такой, чтобы она удовлетворяла этим требованиям)
ГОСТ 15467–79	Качество продукции – совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением
Международный словарь ИСО 8402-1994	Качество – совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворить установленные или предполагаемые потребности
Стандарт СТБ ИСО 9000-2006	Качество – степень, с которой совокупность собственных характеристик выполняет требования (потребности или ожидания, которые установлены, обычно предполагаются или являются обязательными)

В начале исторического развития качество было предметом изучения философов и являлось чисто философской категорией.

Аристотель (III в. до н.э.) обратил внимание на то, что качество проявляется во многих отношениях:

- 1) как видовое отличие сущности;
- 2) как характеристика состояний сущности;
- 3) как свойство вещи.

Первый вид качества выражает устойчивость предмета, его отличия от других вещей; второй и третий – это состояния, свойства, способные изменяться и переходить друг в друга (холод – теплота, быстро – медленно и т. п.).

Гегель (XIX в. н.э.) определял качество как внутреннюю сущность, определенность бытия, а количество – как безразличную для сущности бытия определенность. Гегель выявил диалектику качества и количества, их взаимоопределяемость. По мере развития производительных сил, перехода от кустарного к промышленному производству (XVIII в. – первая половина XX в.) понятие «качество» приобретало все более прикладной характер и использовалось в основном для оценки вначале продукции, а затем и услуг. При этом под качеством понимались главным образом совокупность свойств объектов, их соответствие заданным.

С насыщением рынка, переходом к индустриальному и постиндустриальному, а затем и к информационному обществу (начиная с 50-х годов XX в. по наши дни) на первое место выдвинулась проблема реализации продукции (в том числе и услуг), а не ее производства. Поэтому под качеством стали понимать способность продукции удовлетворять потребности потребителя. Причем если в ГОСТ 15467–79 имеется в виду современный потребитель, для которого спроектирована продукция, то в ИСО 8402:1994 речь уже идет не только об установленных, но и о предполагаемых потребностях (см. табл. 1.1). Это указывает на необходимость планирования качества.

Определение качества в СТБ ИСО 9000-2006 принципиально отличается от рассматриваемых подходов тем, что дает возможность количественного оценивания через степень соответствия. При малой выборке этой оценкой может являться математическое ожидание, при большей выборке – получение функции распределения. Определение последней версии стандартов полностью применимо для квалиметрических оценок.

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

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

Предметом квалиметрии является совокупность свойств продуктов человеческого труда и их соотношения с потребностями и возможностями общественного производства. Поэтому для полного раскрытия сущности категории "качество" необходимо рассмотреть ее во взаимосвязи с такими системными понятиями, как свойство, структура, динамичность, потребность.

Свойство. С точки зрения такой науки, как общая теория систем, свойство – это сторона объекта или процесса, обуславливающая его отличие или сходство с другими объектами или процессами (атрибут, особенность, черта и т. п.) и проявляющаяся при функционировании объекта или протекании процесса (способность, возможность, функции и т. п.). Под объектом понимается то, что существует вне нас, независимо от нашего сознания, и на что направлено наше познание и практическая деятельность.

В более сжатом виде применительно к продукции в ГОСТ 15467–79 дано определение свойству продукции *как объективной ее особенности, которая может проявляться при ее создании, эксплуатации или потреблении.*

Свойства подразделяют на простые и сложные. Простые свойства раскрывает один показатель, который может быть непосредственно измерен инструментально или оценен экспертно. Сложные свойства непосредственно измерить нельзя, их для этого следует разделить на более простые (декомпозировать). Совокупность свойств, на которые непосредственно раскладывается сложное свойство, называется группой свойств.

Термин «свойство» охватывает все стадии жизненного цикла продукции. Свойства будущей продукции формируются при составлении задания на проектирование и при самом проектировании. В процессе производства продукции ее свойства реализуются и конкретизируются. В процессе эксплуатации и потребления продукции происходит проявление ее свойств и поддержание их согласно условиям использования. С этой точки зрения деление свойств на конструктивные, производственные и эксплуатационные в зависимости от стадии жизненного цикла продукции является неправомерным, т. к. смешиваются понятия «свойство» и «мера проявления» этого свойства. Чем сложнее продукция, тем большим количеством свойств она характеризуется и тем сложнее форма их проявления.

В то же время среди множества свойств продукции имеются такие, которые позволяют выделить продукцию из данной совокупности (множества). Такое отличительное свойство называют *характеристикой*.

Свойства и характеристики описывают объект качественно.

Любое свойство продукции можно описать словесно, численно, графически в виде функции, таблицы, графика, т. е. с помощью некоторых его признаков.

К качественным признакам относят: цвет материала, форму изделия, наличие покрытия, способ соединения деталей и т. д. В области оценки качества продукции наиболее распространены альтернативные признаки. Они характеризуются той особенностью, что могут иметь только два варианта их проявления (наличие/отсутствие дефектов, наличие/отсутствие покрытия и т. д.).

Количественные признаки продукции называются параметрами. Для объективной оценки качества продукции ее свойства необходимо характеризовать количественно, что достигается с помощью показателей качества.

Показатели качества и параметры описывают объект количественно.

Обобщая вышеизложенное, можно отметить ряд особенностей свойств:

1) свойства объекта и моделей, его описывающих, различаются между собой по *качественному* признаку (например, протяженность объекта отличается от его цены, внешнего вида и т. д.);

2) каждое свойство может быть выражено в большей или меньшей степени, т. е. иметь свою оценку, лучше количественную;

3) любое свойство может рассматриваться только в том случае, если оно проявляется. Различные проявления одного и того же свойства необходимо сравнивать между собой. Сравнение – единственный способ получения представления о количественной характеристике;

4) получение посредством сравнения информации о количественной характеристике того или иного свойства называется измерением;

5) используя измерительную информацию, можно вычислить количественные характеристики таких свойств объектов познания, которые не поддаются измерению (макромир, микромир, прогноз на будущее и т. д.);

6) свойство (или характеристика) продукции определяется *мерой* этого свойства.

Например, меры физических измеримых свойств называются физическими величинами (масса, длина, время и т. д.). В экономике меры называют экономическими показателями (объем производства, цена, трудозатраты). В математике мерами свойств законов распределения являются их моменты (числовые характеристики).

В качестве *мер* являются показатели качества.

Показатель качества продукции – количественная характеристика одного (единичный) или нескольких (комплексный) свойств продукции, входящих в ее качество, рассматриваемая применительно к определенным условиям ее создания и эксплуатации или потребления.

По степени обобщения свойств продукции показатели качества делятся на *единичные, групповые, комплексные и интегральные*. *Единичный* – показатель качества продукции, характеризующий одно из ее свойств. *Комплексный* – показатель качества продукции, описывающий несколько ее свойств. Укрупнение показателей проводится на основе синтеза показателей от единичного до интегрального различных иерархических уровней.

Структура. Согласно общей теории систем структура системы – это совокупность элементов, образующих систему, и связей между ними. Само качество выступает как сложное свойство, допускающее разложение на более простые (неделимые).

Совокупность связанных простых свойств объекта (процесса) образует структуру качества, при этом в качестве отражаются как взаимодействие внутренних свойств, так и множество внешних взаимодействий.

В основных чертах схема декомпозиции качества, применимая к любым техническим объектам, уже разработана. Она носит название "дерева общих свойств" (см. рисунок 1.2).

Специфику каждого отдельного объекта учитывают, исключая свойства, не существенные для оценивания качества в данной ситуации, и добавляя поддерево свойств назначения, составляющих качество. Дерево общих свойств в полном виде крайне редко используют при практических расчетах качества. Обычно используют только поддерево – любую ветку дерева, простирающуюся не менее чем на 2 уровня.

Содержанием структуризации свойств качества является составление иерархической структурной схемы свойств, построение дерева свойств и иерархической структуры показателей качества.

Получение количественной информации о мерах может осуществляться с помощью измерения и оценивания.

Оценка – мнение о ценности, уровне или численном значении чего-либо.

Оценивание бывает количественно неопределенным, т. е. по содержанию, по сути (часто такое оценивание называют «качественным»), и количественным, или квалитетическим.



Рисунок 1.2 – «Дерево» общих свойств

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

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

Измерение – нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств. Под измерением понимается совокупность действий, выполняемых с помощью средств измерений по определенному методу с целью получения правильного результата измерения физической величины, а также оценка допущенной при этом погрешности.

Физическая величина – общее свойство в качественном отношении, присущее многим физическим объектам (физическим системам, их состояниям и происхо-

дящим в них процессам), но в количественном отношении индивидуальное для каждого объекта.

Размер физической величины – количественное содержание свойства в данном физическом объекте, соответствующее понятию «физическая величина».

Значение физической величины – количественная характеристика размера физической величины, выраженная в виде некоторого числа принятых для нее единиц измерения.

Действительное значение физической величины – значение физической величины, найденное экспериментальным путем и настолько приближающееся к истинному значению, что для данной цели измерений используется вместо него.

Истинное значение физической величины – значение физической величины, которое идеальным образом отражало бы в количественном отношении соответствующее свойство объекта.

Потребность. *Потребности* – это отражение объективно необходимого потребления населения, обусловленного социальными условиями жизни и материального благополучия. *Потребление* – использование общественного продукта в процессе удовлетворения потребностей. Абстрактное рассмотрение свойств интересно для ученого, но правильнее их рассматривать с точки зрения потребителей.

Потребности, удовлетворяемые непродовольственными товарами, подразделяются на *физиологические, социальные и духовные*.

К *физиологическим* относятся потребности, обусловленные строением и функционированием организма человека. Это потребности в веществе и энергии, удовлетворяемые с помощью пищи, одежды, жилища, без чего невозможно самосохранение индивида, рода и человека как вида.

Социальные – это потребности в определенном образе жизни, определенных условиях и характере труда, общении с другими людьми, самоутверждении, развитии интеллекта.

Духовные потребности человека заключаются в духовном развитии, творчестве, эстетическом познании окружающего мира. Они даются человеку от природы вместе с материальными, это прежде всего потребность в познании, информации. Дальнейшее их развитие происходит под влиянием социальных факторов и материальных условий проживания, индивидуальных особенностей человека.

1.5 Принципы квалиметрии

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

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

В отношении оценки качества товарной продукции проблема состоит в том, что у потребителей и производителей продукции существенно разные инте-

рессы. Производитель не всегда заинтересован и часто не может создавать качественные товары, а продавать их он стремится по наиболее высокой цене. Потребитель же заинтересован в дешевой, но качественной продукции. Поэтому соответствующие методы оценки качества продукции могут быть разными. Задача квалиметрии – разрабатывать такие методы, приемы и средства оценивания качества продукции, которые учитывают общественные интересы, т. е. интересы потребителей и производителей.

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

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

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

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

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

Под самым низким иерархическим уровнем показателей следует понимать единичные показатели простейших свойств, формирующих качество. Более высокий иерархический уровень составляют обобщенные показатели качества. Показателем качества высшего иерархического уровня является интегральный показатель.

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

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

7. Сумма численных значений коэффициентов весомостей всех показате-

лей качества на любых иерархических ступенях оценки имеет одинаковое значение (в долях от единицы или по определенной балльной шкале).

8. Качество целого объекта (в частности, продукции или процесса) обусловлено качеством его составных частей.

9. При количественной оценке качества, особенно по комплексному показателю, недопустимо использование взаимообусловленных и, следовательно, дублирующих показателей одного и того же свойства.

10. Обычно оценивается качество продукции, которая способна выполнять полезные функции в соответствии с ее назначением.

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

1.6 Квалиметрия на этапах жизненного цикла продукции (ЖЦП)

Необходимость количественной оценки качества продукции возникает на различных стадиях ее жизненного цикла, поскольку известно, что уровень качества продукции закладывается до начала проектирования (на стадии концептуального решения идеи или замысла), обеспечивается в процессе проектирования, а также изготовления и проявляется на стадии эксплуатации или потребления продукции, где он гарантируется при нормальных условиях эксплуатации или потребления.

Применительно к продукции этапы жизненного цикла выглядят следующим образом (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 – Этапы жизненного цикла продукции

Анализируя данную схему, можно сделать вывод, что цели и задачи количественной оценки качества на различных стадиях жизненного цикла будут существенно отличаться.

Наиболее часто на практике ставятся следующие **цели оценки** качества:

- определение целесообразности проектирования и выбор лучшего варианта при создании новой продукции (отбор проекта);
- оптимизация конструкции изделия и совершенствование процессов изготовления продукции;
- выбор лучшего образца продукции при заключении торгового соглашения;
- повышение эффективности тендеров (торгов) за счет квалиметрических методик формирования комплекса требований к продукции, участвующей в тендерах;
- контроль качества продукции;
- исследование динамики качества продукции на предприятии;
- повышение качества и конкурентоспособности продукции и др.

Для целей всеобщего, сквозного и последовательного управления качеством продукции есть необходимость оценивать качество на всех основных стадиях ЖЦП отдельно и иметь *всеобщую, совокупную, синтезированную* оценку качества, включающую в себя показатели (оценки) качества продукции на всех этапах ее жизненного цикла

Основной целью квалиметрии на стадии маркетинговых исследований является установление соответствия планируемой к выпуску продукции текущим и перспективным потребностям с учетом уровня ее рыночной новизны на основе изучения и систематизации всех возможных сфер ее эксплуатации.

На этом этапе решаются предпроектные задачи. *Предпроектными задачами* оценки качества продукции является комплексная оценка потребностей в продукции по ее качеству и количеству и оценка рыночной новизны продукции.

Оценка качества продукции должна проводиться по наиболее полной, по отношению к товарам конкурентов и запросам потребителей, совокупности технических, экономических и социальных факторов.

На стадии разработки предприятием-разработчиком устанавливаются нормативные значения показателей качества продукции. Основанием для принятия предельных значений показателей качества разрабатываемого изделия являются характеристики базовых образцов и аналогов, требования отечественных и международных стандартов, технических условий, материалы НИР и ОКР, отзывы потребителей и т. п. Особенно большое внимание уделяют патентным исследованиям.

Кроме того, при проектировании осуществляют оптимизацию параметров качества. *Оптимальное проектирование* – это процесс определения значений основных параметров разрабатываемого изделия, обеспечивающих экстремальные (максимальные или минимальные) значения нескольких технико-экономических характеристик при условии, что другие характеристики удовле-

творяют заданной совокупности технических требований. Установление необходимого уровня качества и разработка его достижения на стадии исследований, проектирования и конструирования имеют особо важное значение, так как именно на этой стадии формируются и рассчитываются основные технико-экономические и эксплуатационные показатели будущей продукции. В это же время обосновывается возможное достижение положительного экономического и социального эффекта от производства и эксплуатации или использования создаваемой продукции.

Проектными задачами оценки качества продукции являются технический и технологический уровни продукции, уровень ресурсопотребления продукции, качество сырья, материалов и комплектующих изделий. Оценка качества продукции должна производиться с учетом необходимости максимального удовлетворения потребителей в реальных сферах ее применения при достаточно высоком уровне производственной и эксплуатационной технологичности продукции и рентабельности ее производства.

На стадии производства целью квалиметрии является установление уровня качества осваиваемой выпускаемой и обновляемой продукции с учетом уровня ее производственной новизны и стабильности технологического процесса.

Производственными задачами оценки качества продукции являются :

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

Оценка качества продукции 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.

На стадии эксплуатации целью оценки качества является установление нового технологического уровня и качества реализуемой и эксплуатируемой продукции с учетом динамично меняющейся конъюнктуры рынка и мероприятия по поддержанию качества продукции при ее использовании, техническом обслуживании, обслуживании и ремонте.

Оценка 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 восстановлении ее первоначальных свойств при ремонтах. Эксплуатация сопровождается постепенным ухудшением значений параметрических и других показателей изделия.

Оценку уровня качества эксплуатируемого изделия осуществляют также путем сравнения фактических значений показателей свойств (с учетом заданно-

го срока эксплуатации) со значениями тех же показателей, достигнутых на стадии изготовления.

На стадии утилизации цель оценки качества технического изделия состоит в определении степени соответствия изделия требованиям безопасности персонала при его утилизации, степени вредного влияния процесса утилизации изделия на окружающую среду и степени экономичности процесса утилизации. Количественную оценку изделия на стадии его утилизации осуществляют по показателям эффективности процесса утилизации. Наиболее целесообразно определять показатель утилизации в виде суммарных финансовых затрат по всем элементам, составляющим процесс утилизации.

1.7 Эффект повышения качества объекта

Качество – величина измеримая, и, следовательно, несоответствие продукта предъявляемым к нему требованиям может быть выражено через какую-либо постоянную меру, которой обычно являются деньги.

В настоящее время только качественная продукция открывает экспортную дорогу на платежеспособные рынки. Большую роль в обеспечении качества продукции призваны сыграть специальные конкурсы и различные премии. Основная их цель – помочь предприятиям и организациям повысить конкурентоспособность отечественной промышленности на мировом рынке. Кроме этого, только выпуск высококачественной продукции позволяет экономить значительные средства, расходуемые на исправление дефектов. Гораздо больший эффект будет достигнут путем разработки долгосрочных программ по предотвращению дефектов. Исследования, проведенные в ряде стран, показали, что в компаниях, мало уделяющих внимания качеству, до 60 % времени может уходить на исправление брака.

Обычно утверждается, что лучшие показатели качества обеспечиваются более высокой себестоимостью, а эксплуатационные затраты при этом снижаются. В таком случае суммарные народнохозяйственные затраты будут минимальными только при оптимальном уровне качества. Значит, сопоставляя группы затрат, можно установить оптимальный параметр качества $Q_{\text{опт}}$, при котором будут обеспечиваться минимальные суммарные затраты на изготовление и эксплуатацию изделия. Это обстоятельство иллюстрируется графиком, приведенным на рисунке 1.4.

Оптимальный уровень качества – тот уровень, при котором достигается наибольшее отношение эффекта к затратам. *Под эффектом понимается полное или частичное достижение определенных технических, экономических или социальных целей.*

Оптимизация уровня качества недопустима для продукции, предназначенной для поддержания жизнедеятельности и безопасности людей (в этих случаях уровень качества должен быть максимальным).

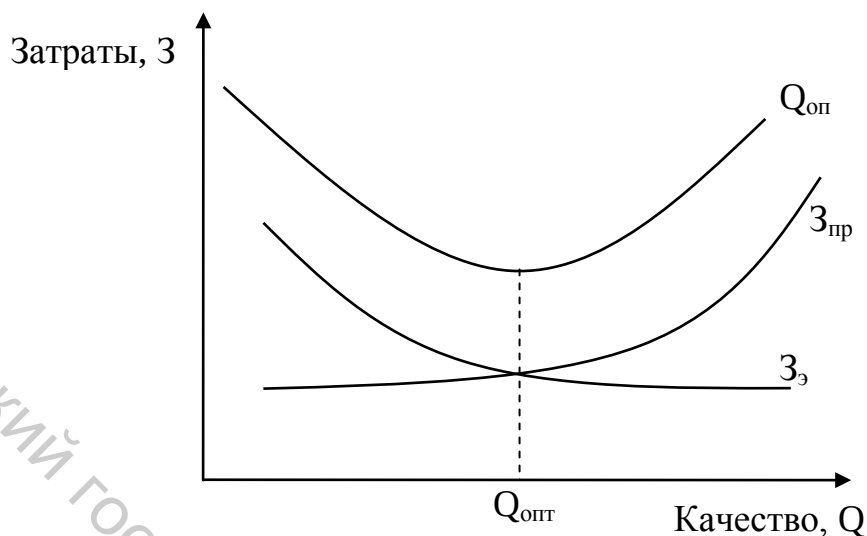


Рисунок 1.4 – Экономическая оптимизация параметров качества изделий:

$Z_э$ – эксплуатационные затраты за весь период эксплуатации;

$Z_{пр}$ – производственные затраты на НИР, проектирование, конструирование и изготовление;

Z_{Σ} – суммарные затраты за жизненный цикл.

В случае когда по условиям производства повышение показателя качества достигается традиционными и затратными методами и при этом растет себестоимость производства продукции, управление качеством сводится к достижению и поддержанию оптимального значения показателя качества $Q_{опт}$. Если качество лучше оптимального, то в относительно невыгодных условиях оказывается производитель, и, наоборот, если качество выпускаемой продукции ниже $Q_{опт}$, то потребитель расходует больше средств в процессе эксплуатации.

Проблема качества продукции не является только экономико-технической. Она имеет также социально-экономический аспект. Высокое качество выпускаемой и используемой продукции проявляется в том, насколько она удовлетворяет потребности людей, а также насколько она позволяет сэкономить ресурсы при выполнении работ и т. д. Высокое качество изделий способствует повышению престижа предприятия-изготовителя и государства, улучшает морально-нравственный климат на производстве и в обществе. Низкий уровень качества изделий, наоборот, становится источником немалых трудностей и даже проблем не только в производственной деятельности, но и при эксплуатации, в торговле и, наконец, в быту.

В экономическом отношении качество продукции, предназначенной удовлетворять конкурентную потребность в ней, проявляется в первую очередь через ее полезность, которой соответствует потребительная стоимость. Карл Маркс по этому поводу писал: «Если она (вещь) бесполезна, то и затраченный на нее труд бесполезен, не считается за труд и поэтому не образует никакой стоимости... Полезность вещи делает ее потребительной стоимостью».

Высокое качество изделий необходимо не только для того, чтобы они могли выполнять присущие им функции, но и для того, чтобы, став товаром, они в наи-

большей мере удовлетворяли потребителя при условии ограниченных возможностей приобретения данного товара. Так как продукция почти всегда предназначена для реализации, то при купле-продаже качество товара выступает как предопределяющий фактор этого рыночного процесса и, следовательно, всей практической экономики, которая состоит, как известно, из производства, распределения (реализации) и потребления.

Витебский государственный технологический университет

ЛЕКЦИЯ 2. ВЫБОР СВОЙСТВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

2.1 Правила построения «дерева свойств»

Для того чтобы выявить показатели для оценки качества продукции, необходимо:

➤ знать, как построить «дерево свойств», характеризующих качество объекта, так как они (свойства) представляют из себя не просто совокупность, а совокупность, по определенным правилам упорядоченную в некоторую иерархическую структуру;

➤ для каждого свойства найти соответствующий показатель, поскольку для некоторых свойств таких показателей может быть два или более, и нужно выбрать из них наиболее подходящий.

Состав и соподчиненность свойств, составляющих качество продукции, можно представить с помощью различных графических средств:

1. Горизонтального или вертикального дерева свойств (рисунок 2.1). Среди новых инструментов менеджмента качества этот метод носит название древовидной диаграммы.
2. В виде классификационной таблицы (рисунок 2.2), которая, однако, применима только для небольшого числа характеристик, так как наглядность падает по мере увеличения числа свойств.
3. Строгого графа (рисунок 2.3), т. е. так, как это принято в теории графов (с вершинами и ребрами).
4. В виде ветвящейся структуры причинно-следственных связей (известна как схема Исикава, или «рыбий скелет») (рисунок 2.4).

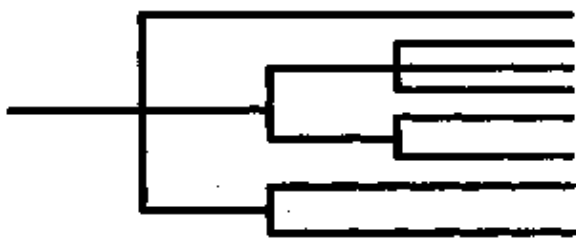


Рисунок 2.1 – Пример структуры типа «дерево»

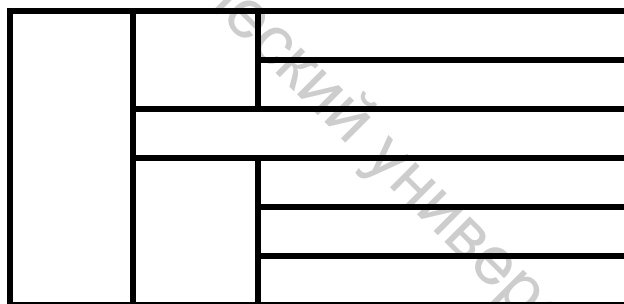


Рисунок 2.2 – Пример дерева в табличной форме

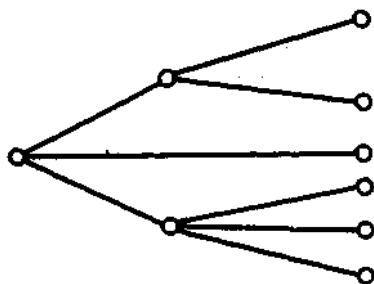


Рисунок 2.3 – Пример дерева в строгой графовой форме

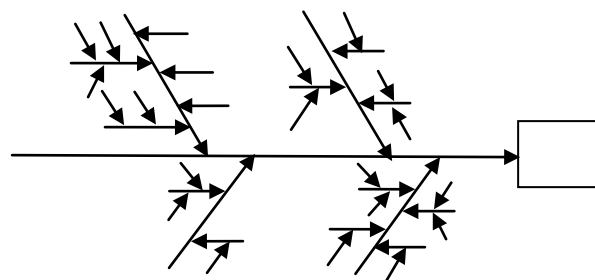


Рисунок 2.4 – Пример дерева в виде схемы Исакава

В квалиметрии чаще всего используются правосторонние деревья, выполненные в форме таблицы.

При построении деревьев свойств используется следующая терминология.

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

Уровни дерева от 0 до m – участки дерева, заключенные между соседними секущими плоскостями (рисунок 2.5).

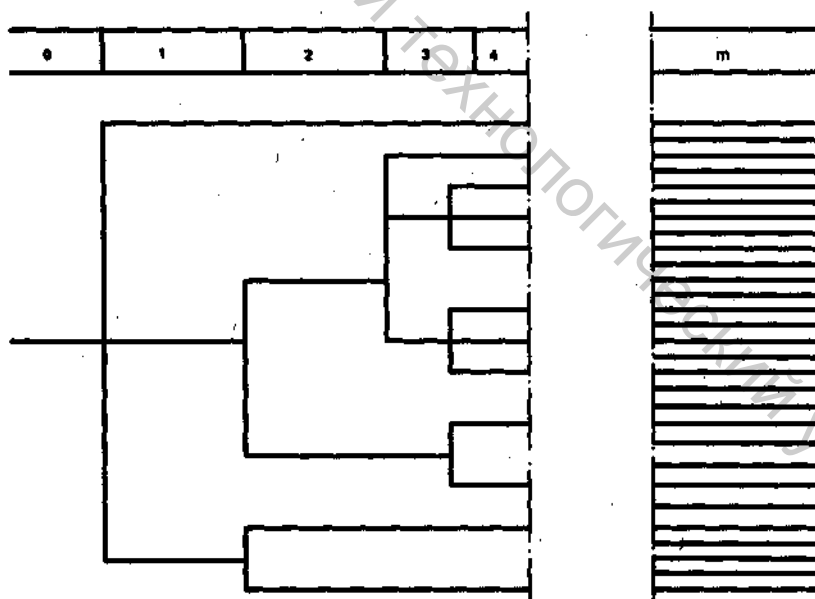


Рисунок 2.5 – Ярусы дерева свойств

Эквисатисные свойства (satis (лат.) – удовлетворять) – свойства, эквивалентные по своему влиянию на удовлетворение определенной потребности, в одинаковой степени удовлетворяющие эту потребность. Например, с точки зрения уменьшения затрат на определенный объект, свойство "экономичность объекта" эквисатисно (эквивалентно по степени удовлетворения потребности в

экономии) совокупности из двух свойств: экономичности в производстве объекта и экономичности в эксплуатации объекта.

Группа свойств – это совокупность свойств, на которые непосредственно подразделяется эквисатисное им сложное свойство. Например, сложное свойство "эстетичность объекта" подразделяется на эквисатисную группу менее сложных свойств: внешняя привлекательность, т. е. эстетичность собственно объекта, и эстетическая сочетаемость с интерьером или окружающей средой.

Ширина группы – это количество свойств в группе свойств.

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

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

Такие термины, как *полное дерево*, *неполное дерево*, *поддерево* (отдельный участок) не требуют пояснений ввиду их очевидности.

При построении деревьев свойств соблюдаются следующие правила:

1. *Деление по равному основанию*. Применительно к дереву это общеизвестное для каждой классификации правило означает, что для любой группы свойств должен быть единый для всех свойств группы признак деления.

Например, в группе свойств, представленной на рисунке 2.6, правило деления по равному основанию нарушено. Для удобства для персонала признак деления – категория людей, находящихся в столовой; для микроклимата в обеденном зале – это характер факторов, влияющих на удобство пребывания в обеденном зале; для высоты вестибюля – характер факторов, определяющих габариты вестибюля. Таким образом, в группе свойств вместо одного – целых три признака деления, что является недопустимым.

Функциональность здания столовой	удобство для персонала
	микроклимат в обеденном зале
	высота вестибюля

Рисунок 2.6 – Пример неправильного построения дерева свойств: в группе свойств использовано три признака деления

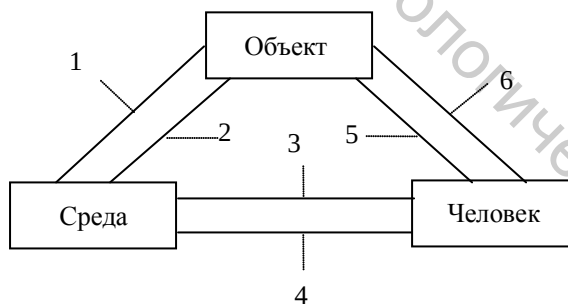
2. *Исключительность* – выражает требование, чтобы свойства, входящие в группу, исключали необходимость их одновременного учета ввиду того, что между показателями этих свойств есть функциональная зависимость (рисунок 2.7).



Рисунок 2.7 – Пример невыполнения правила «исключительность»: предел прочности является функцией разрывной нагрузки и толщины

3. *Корректируемость*. Сущность этого правила заключается в том, что структура дерева должна позволять проводить его корректировку. Например, добавлять в дерево новые свойства, если вследствие технического прогресса объект усложняется, модернизируется и т. д. Или, наоборот, должна существовать возможность исключения из дерева некоторых свойств, если их учет (в связи с изменением ситуации оценки) не требуется.

4. *Взаимосвязанность*. При любой квалитетической оценке всегда рассматриваются три обязательных компонента: человек – среда – объект. Эти компоненты взаимосвязаны и взаимообусловлены. Упрощенно их взаимоотношения представлены на рисунке 2.8. Показанные связи приводят к появлению трех эквисатисных свойств: экологичности, безызыянности и жизнеобеспеченности, которые необходимо учитывать при построении деревьев свойств.



Эквисатисные свойства: экологичность (техническая и биологическая) – свойства 1 и 3, безызыянность (средоустойчивость и человекоустойчивость) – свойства 2 и 6, жизнеобеспеченность (изолированность и эргономичность) – свойства 4 и 5.

Рисунок 2.8 – Связь между человеком, средой и объектом

5. *Жесткость структуры начальных уровней*. Использование любого объекта, т. е. его функционирование сопровождается удовлетворением потребностей. А это означает, что важнейшее свойство объекта – его приспособленность к функционированию (использованию, потреблению, эксплуатации) – функциональность. Функциональность на этапе применения проявляется в двух аспектах: во-первых, в виде *основной* функции объекта, характеризующей его

приспособленность выполнять свое основное назначение во время непосредственного использования – это совокупность свойств, характеризующих приспособленность объекта к непосредственному использованию, в соответствии с его назначением (свойства назначения). И, во-вторых, функциональность объекта проявляется в аспекте *вспомогательной* функции, характеризующей его способность приспособливаться к взаимодействию в системе "человек – среда – объект". Вспомогательная функция может быть разложена на эквисатисную группу свойств: экологичность, жизнеобеспеченность, безызъянность. По теории квалиметрии качество любого объекта определяется его функциональностью и эстетичностью. Таким образом, для всех объектов труда априори задается определенная структура дерева свойств. Например, структура начальных ярусов дерева свойств, пригодная для подавляющего большинства промышленной продукции, может выглядеть так, как показано в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Пример дерева свойств качества продукции

Полное качество продукции	Экономичность продукции								
	Качество продукции	Функциональная полезность	Приспособленность к выполнению основных функций	...					
			Приспособленность к взаимодействию «человек-среда-продукция»	Воздействие продукции на человека и среду	Воздействие продукции на человека	Воздействие на жизнь, имущество, здоровье (безопасность)	Изоляция продукции от человека	Физическое влияние	
								Химическое влияние	
							Изоляция продукции от среды		
							Взаимодействие человека с продукцией	Антропометричность	
						Психофизиологичность			
						Взаимодействие со средой			
					Воздействие продукции на окружающую среду	Воздействие на людей и животных			
						Воздействие на растительный мир и ландшафт			
					Защита продукции от человека и среды	Защита от среды	Защита от воздействия климатических факторов		
							Защита от скачков электрического и магнитного полей		
						Защита от человека	Силовое воздействие (сверхусилиение)		
							Несиловое воздействие (неправильная эксплуатация)		
0 ур.	1 ур.	2 ур.	3 ур.	4 ур.	5 ур.	6 ур.	7 ур.	8 ур.	

Окончание таблицы 2.1

		Эстетичность	Эстетичность сочетания продукции со средой					
			Эстетичность непосредственно продукции					
0 ур.	1 ур.	2 ур.	3 ур.	4 ур.	5 ур.	6 ур.	7 ур.	8 ур.

В примере не рассмотрены экономические свойства продукции, так как являются предметом изучения других дисциплин, а также приспособленность к выполнению основных функций. Эти свойства будут рассмотрены ниже.

6. *Потребительская направленность формулировок свойств.* Для каждого сложного свойства существует несколько различных признаков, с помощью которых оно может быть разделено на группу эквисатисных свойств. Из них нужно выбирать те признаки, которые имеют потребительскую направленность, т. е. отражают удовлетворение потребности с помощью оцениваемого объекта.

7. *Функциональная направленность формулировок свойств.* Кроме стремления обеспечить потребительскую направленность формулировок свойств желательно также применять те признаки деления, которые отражают не конструктивную структуру оцениваемого объекта, а характер выполняемых им функций. Конструкции разных эквисатисных объектов могут существенно различаться и достаточно быстро меняться вследствие технического прогресса. Совокупность выполняемых ими функций, соответствующая совокупности удовлетворяемых с помощью этих функций потребностей, гораздо более стабильна. Например, оценку качества мебели целесообразно провести не по ее структурным элементам – основные и вспомогательные материалы, фурнитура и т. д., а по функциональным элементам – удобство отдыха, удобство ухода и уборки, эстетичность и т. д.

8. *Правильный учет субъекта оценки.* При построении дерева свойств у любого объекта обязательно нужно принимать во внимание тот уровень социальной иерархии, на котором находится субъект оценки. Наибольшее число свойств в дереве для одного и того же оцениваемого объекта будет тогда, когда субъект оценки – общество в целом, а наименьшее число свойств – в случае, когда субъект оценки представляет собой малочисленную группу потребителей или даже только одного человека. Уровень иерархии, на котором находится субъект оценки, обычно задается лицом, принимающим решение (ЛПР) в ходе определения ситуации оценки.

9. *Необходимость и достаточность числа свойств в группе.* Каждое сложное свойство должно делиться на такую эквисатисную группу свойств, число и характер которых удовлетворяют требованиям необходимости и достаточности. Требование необходимости означает, что в группу включаются только те свойства, которые необходимы для обеспечения эквисатисности со слож-

ным свойством для определения этого сложного свойства. Требование достаточности означает, что в группе должны быть представлены все те свойства, которыми может определяться соответствующее эквисатисное сложное свойство.

10. *Однозначность толкования формулировок свойств.* Достаточно очевидно, что в дереве, как одном из инструментов принятия решения, не должны быть нечеткие, двусмысленные, неоднозначно трактуемые формулировки свойств. В противном случае в принимаемые решения может быть внесена дополнительная погрешность.

11. *Полнота учета особенностей потребления объекта.* Необходимо так строить дерево, чтобы в нем нашли отражение все особенности процесса потребления объекта, выявленные на стадии определения ситуации оценки. Исключение допускается только в тех случаях, когда ЛПР не считает необходимым их учет в дереве или не имеется данных, которые бы позволили определять значения показателей Q_i для свойств, учитывающих эти особенности.

12. *Недопустимость зависимых свойств.* В любой группе свойств должны быть оставлены только независимые свойства. Данное правило в некотором отношении близко к правилу "исключительность", но не полностью совпадает с ним.

13. *Одновременность существования свойств.* Эквисатисные свойства составляющие группу свойств, должны быть такими, чтобы оцениваемый объект в каждый момент времени мог одновременно обладать всеми этими свойствами. Соответственно, и признак деления должен выбираться с учетом удовлетворения этому правилу. Например, во фрагменте дерева, приведенном на рисунке 2.9, это правило нарушено: понятно, что материал стельки обуви не может быть одновременно кожей, трикотажем, нетканым полотном, он может быть только какого-то одного из этих типов. А это означает, что признак деления здесь выбран неправильно.

материал верха обуви	натуральная кожа
	трикотаж
	нетканое полотно

Рисунок 2.9 – Пример нарушения правила «одновременность существования свойств»

14. *Максимальная высота дерева.* Дерево для объектов любого типа должно «ветвиться» (т. е. сложные свойства должны подразделяться на менее сложные) до тех пор, пока во всех группах свойств, находящихся на правом краю дерева, не останутся только квазипростые, которые уже не нужно разделять, или простые. Иначе говоря, до тех пор, пока дерево не станет полным, т. е. имеющим максимальную высоту.

Количество уровней, которые необходимо при этом использовать, может сильно отличаться для разных сложных свойств. Например, экономичность может стать квазипростым свойством уже на первом уровне. Чтобы довести

функциональность до простых свойств, может потребоваться гораздо больше уровней (для сложных объектов – до 10–15). В этих же целях для эстетичности обычно бывает достаточно иметь 5–6 уровней.

Но для вычисления оценки качества требуется, чтобы все свойства были приведены к последнему уровню, поэтому при построении дерева нужно поступить следующим образом: построить дерево с учетом изложенных выше правил. Затем определить самый «высокий» (т. е. имеющий самый большой номер m) уровень, на котором оказалась группа каких-то простых свойств, и до этого уровня вытянуть линии («ветки дерева») всех остальных простых и квазипростых свойств, которые оказались на других, более «низких» уровнях.

15. *Минимум свойств в группе.* Одно из главных предназначений дерева – это служить вспомогательным инструментом для определения коэффициентов весомости. Эти коэффициенты в большинстве случаев определяются экспертным методом. Но психологические возможности человека таковы, что при использовании большинства разновидностей экспертного метода невозможно одновременно учитывать больше 7 различных свойств, характеризующих какой-либо объект, например 7 свойств, образующих группу и характеризующих соответствующее сложное свойство. Значит, в любой группе не должно быть более 7 свойств – в противном случае точность экспертной оценки при использовании большинства разновидностей экспертного метода резко уменьшается. Но общая тенденция такова – чем меньше свойств в группе, тем легче работать эксперту и тем точнее выносимое им суждение. В идеале в каждой группе желательно иметь два свойства. Точность оценки эксперта при этом будет максимально высокой.

16. *Исключение одинаково выраженных свойств.* В некоторых ситуациях оценку качества нужно производить для того, чтобы только проранжировать несколько объектов (т. е. расположить в упорядоченный ряд) по значениям показателя их качества и, в частности, выбрать наилучший вариант. При этом нередко ситуации, когда отсутствует необходимость знать, насколько или во сколько раз каждый из проранжированных объектов лучше (или хуже) любого другого, а только – каков порядок расположения вариантов в ранжированном ряду. Иначе говоря, значения показателя качества не обязательно выражать в шкале отношений – можно использовать шкалу рангов. В этих случаях с помощью описываемого ниже приема можно значительно (иногда на целый порядок) сократить число свойств, представленных в дереве. Суть этого приема заключается в том, что из дерева свойств исключаются все те свойства, которые в одинаковой степени выражены в сравниваемых вариантах, т. е. получают одинаковое значение показателя для этого свойства.

Для показателей свойств, входящих в дерево, определяются значения *коэффициентов весомости*. В связи с этим различают два вида таких коэффициентов:

- групповые коэффициенты; определяющие весомость показателя каждого свойства относительно показателя любого другого свойства, входящего только в данную группу свойств;

- ярусные коэффициенты весомости (в дальнейшем для простоты называемые просто коэффициенты весомости), вычисляемые на основе групповых коэффициентов. Они определяют весомость показателя каждого свойства относительно показателей любого другого свойства, входящего в дерево, в том числе и входящего в одну с ним группу.

Отметим, что групповые коэффициенты весомости также делятся на два вида. Сначала определяются значения ненормированных коэффициентов весомости, а затем эти значения нормируются, т. е. определяются значения нормированных коэффициентов весомости, сумма которых должна равняться 1.

2.2 Классификация промышленной продукции

Под *промышленной продукцией* понимается материализованный результат производственного процесса, обладающий полезными свойствами и предназначенный для использования потребителями в целях удовлетворения их потребностей как общественного, так и личного характера. *Изделием* называется единица промышленной продукции, количество которой исчисляется в экземплярах, штуках или комплексах. Под *расходным изделием* понимается единица промышленной продукции в специальной упаковке, количество которой исчисляется при помощи непрерывных величин (килограммов, метров, литров и др.).

На рисунке 2.10 приведена общая классификация промышленной продукции.



Рисунок 2.10 – Классификация промышленной продукции

Вся промышленная продукция по критерию «Особенности износа (расхода) продукции при эксплуатации» разделяется на два класса:

1) расходуемая при использовании. При этом происходит, как правило, необратимый процесс переработки (сырья, материалов, полуфабрикатов), сжи-

гания (топлива), усвоения живыми организмами (пищевые продукты, удобрения) и т. д. В отдельных случаях может быть частично обратимый процесс (например, при рекуперации и регенерации растворителей и т. д.).

2) расходующая свой ресурс. При этом продукция используется до технического или морального износа.

Группа продукции устанавливается в соответствии с общей классификацией промышленной продукции по назначению и условиям применения (таблица 2.2). Руководствуясь данной таблицей, определяют группы показателей полезных свойств, учитываемых при оценке качества продукции.

Таблица 2.2 – Применимость групп показателей качества продукции

№	Наименование групп показателей качества продукции	Группа продукции				
		природное сырье и топливо	материалы и продукты	расходные изделия	неремонтируемые изделия	ремонтные изделия
1	Показатели назначения	+	+	+	+	+
2	Показатели надежности:					
	безотказности	–	–	–	+	+
	долговечности	–	–	–	+	+
	ремонтпригодности	–	(+)*	(+)*	–	+
	сохраняемости	+	+	+	+	+
3	Эргономические показатели	–	(+)	+	+	+
4	Эстетические показатели	–	(+)	+	+	+
5	Показатели безопасности	+	+	+	+	+
6	Экологические показатели	+	+	+	+	+
7	Показатели технологичности	+	+	+	+	+
8	Показатели транспортабельности	(+)	(+)	+	+	+
9	Показатели стандартизации и унификации	–	–	(+)	+	+
10	Патентно-правовые показатели	–	(+)	(+)	(+)	+
11	Показатели экономичного использования сырья, материалов, топлива, энергии и труд. ресурсов	–	(+)	(+)	(+)	+

Примечания:

1. В таблице знак "+" означает применимость, знак "–" – неприменимость, (+) – ограниченная применимость соответствующих показателей качества продукции.

2. (+)*– вместо показателей ремонтпригодности для материалов, продуктов и расходных изделий применяются показатели восстанавливаемости.

В зависимости от специфических особенностей продукции и условий ее применения в номенклатуре показателей качества могут отсутствовать некоторые группы показателей, не свойственные данной продукции.

Приведенная классификация промышленной продукции используется:

- при выборе номенклатуры единичных показателей свойств определенной

группы продукции для включения в общетехнические стандарты, технические условия; в документы на правила маркировки, упаковки, транспортирования и хранения и т. п.;

- при определении области применения продукции;
- при установлении номенклатуры показателей свойств продукции для разработки предложений в планы развития техники, а также для повышения качества серийно выпускаемой продукции;
- при обосновании возможности принятия конкретного изделия или нескольких изделий в качестве базовых образцов;
- при установлении номенклатуры показателей свойств продукции в документах, определяющих торговые отношения партнеров.

2.3 Унифицированная система показателей качества промышленной продукции

Для большинства видов промышленной продукции можно основываться на следующей общей номенклатуре основных видов показателей качества.

Показатели назначения. Группа показателей назначения характеризует степень соответствия изделия его целевому назначению, а также свойства, определяющие основные функции, для выполнения которых изделие предназначено. Показатели назначения предопределяют область возможного применения данного изделия. Кроме того, показатели назначения, например, изделий машиностроения и некоторых других отраслей характеризуют полезную работу, совершаемую изделием. При определении показателей назначения для анализа, сопоставления и других операций, обусловленных методом оценки уровня качества продукции, выбирают только наиболее существенные, характеризующие важнейшие свойства продукции.

Группа показателей назначения состоит из следующих подгрупп: *классификационные, функциональной и технической эффективности, конструктивные, состава и структуры продукции.*

Классификационные показатели характеризуют принадлежность данной продукции к определенной классификационной группе, так как любая совокупность однородной продукции имеет свою классификацию. Например, классификационными показателями качества могут быть: число посадочных мест и мощность двигателя – для автобусов; пределы измерения, вид измеряемой физической величины – для измерительных приборов; чистота от вредных примесей – для сталей; поверхностная плотность – для тканей и т. д. В качестве классификационных показателей принимаются те показатели свойств, по которым можно и необходимо произвести классификацию однородной продукции с целью последующего получения количественной оценки уровня качества исследуемых образцов.

Показатели функциональной и технической эффективности характеризуют полезный эффект от эксплуатации или потребления продукции, а также прогресс-

сивность технических решений, реализованных в данной продукции. Эти показатели для технических изделий являются эксплуатационными.

К показателям функциональной и технической эффективности относятся: удельная мощность, производительность машин, грузоподъемность крана, прочность каната, калорийность пищевых продуктов, точность выполнения операции и другие.

Функциональные параметры технических изделий – те, которые являются выходными и характеризуют техническую эффективность выполнения изделием функции по назначению.

В отношении показателя единичной мощности машин, оборудования и других изделий следует отметить следующее: действительно, важнейшим направлением повышения технического уровня и качества машин является увеличение их единичной мощности. При увеличении мощности машин снижаются удельные капитальные затраты на их создание и эксплуатацию. Удельные затраты на создание уменьшаются в основном за счет снижения удельных значений материало-, энерго- и трудоемкости изготовления. В конечном итоге это выражается в уменьшении удельной оптовой цены машин.

О содержании функциональных показателей и показателей технической эффективности нельзя говорить обобщенно, т. е. безотносительно к конкретному объекту исследования и к его назначению. Объект, его сущность, принцип действия и т. д. предопределяют перечень и смысл показателей, характеризующих функциональную и техническую эффективность объекта исследования. По этой причине можно рассматривать показатели функционально-технической эффективности только конкретных изделий.

Конструктивные показатели характеризуют основные проектно-конструкторские решения: типоразмер, возможности монтажа и установки, агрегатирование, взаимозаменяемость продукции и т. п.

К конструктивным показателям относятся: габаритные и монтажные размеры; коэффициент сборности (блочности) изделия; уровень механизации или автоматизации работы изделия; наличие дополнительных устройств (таких, как наличие календаря в часах или домкрата для автомобилей) и т. п.

К показателям структуры можно отнести количество самостоятельных частей (компонент) сложных машин, агрегатов, технических комплексов; число стандартных элементов в электрической цепи (трансформаторов, электродвигателей, нагревательных устройств, конденсаторов и т. п.).

Показатели состава и структуры характеризуют, например, содержание в металлопродукции химических элементов, структурных групп, их форму и размеры, а также связь этих показателей с численными характеристиками (показаниями) потребительских свойств.

Известно, что качество любого материала зависит от его химического состава и внутренней структуры, формирующейся в естественных условиях или в процессе технологической обработки. В результате этого получают материалы с вполне определенными свойствами, совокупность которых и есть их качество. Объективно существует логическая цепочка: химический состав – техно-

логия – структура – свойства материала. Содержательно эту фактическую взаимосвязь изучают материаловедение и технология материалов. Однако для оценки качества материалов как промышленной продукции для производства техники материаловедческие сведения обрабатываются в соответствующие качественные показатели уровня качества оцениваемого материала.

Показатели состава и структуры материалов, сырья, пищевой продукции и т. п. выражают количество в них примесных элементов и структурные состояния этих видов продукции. Показателями состава материала или продукта являются: процентное содержание волокон (например, для текстильных материалов); процентное содержание замасливателя на нитях; процентное содержание аппрета; процентное содержание сахара, соли и других веществ в пищевых продуктах и др.

Вся совокупность свойств любой продукции определяется ее внутренним строением, в свою очередь зависящим от состава. Это обуславливает взаимосвязь свойств между собой и дает возможность по структуре судить о многих свойствах, а по одним свойствам оценивать и другие. Так, например, механические свойства углеродистых сталей можно узнать по их химическому составу и структурам, а при необходимости – по магнитным свойствам, т. е. не используя разрушающие методы определения и контроля потребительских свойств.

Иногда в номенклатуру показателей данной группы вводят показатели технического совершенства. Они характеризуют свойства продукции, определяющие, насколько удачно выбраны технические решения. Они также зависят от специфики продукции.

Итак, какие показатели свойств следует отнести к показателям назначения, определяют при классификации показателей свойств оцениваемой продукции по их функциональной значимости для потребителя. Поэтому для группы показателей назначения нет строгой регламентации.

Показатели надежности. Способность товаров удовлетворять потребности человека во времени характеризуется их надежностью. *Надежность* – свойство изделия сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих его способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

Надежность изделия – это комплексное свойство, которое в зависимости от назначения и условий эксплуатации может включать: *безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость, устойчивость работы, режимную управляемость, живучесть и т. п.* Однако чаще всего при оценке качества технических изделий определяют значения таких показателей свойств, как безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость.

Для сложных бытовых машин и приборов важны все свойства. Для товаров, не выполняющих технически сложных функций, а также товаров, не подлежащих ремонту, надежность определяется долговечностью и сохраняемостью.

Безотказность – свойство изделия непрерывно сохранять работоспособность в течение заданного времени или наработки в определенных условиях эксплуатации.

Работоспособное состояние – состояние изделия, при котором оно способно выполнять заданные функции, сохраняя при этом допустимые значения всех основных параметров, установленных нормативно-технической документацией (НТД) и/или проектно-конструкторской документацией.

Исправное состояние – состояние, при котором изделие соответствует всем требованиям нормативно-технической и/или проектно-конструкторской документации.

Безотказностью характеризуются в основном технически сложные изделия. Основными единичными показателями безотказности являются *вероятность безотказной работы, средняя наработка на отказ, средняя наработка между отказами, гамма-процентная наработка на отказ, интенсивность отказов, средняя интенсивность отказов, параметр потока отказов, средний параметр потока отказов*.

Долговечность – свойство изделия сохранять во времени работоспособность, с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонта, до его предельного состояния, оговоренного технической документацией. Долговечность обусловлена наступлением таких событий, как повреждение или отказ.

Повреждение – событие, заключающееся в нарушении исправности изделия.

Неисправное состояние – состояние, при котором изделие не удовлетворяет хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) проектно-конструкторской документации. Неисправное изделие может быть работоспособным. Например, снижение плотности электролита в аккумуляторных батареях, повреждение облицовки автомобиля означает неисправное состояние, но такой автомобиль или батарея работоспособны. Неработоспособное изделие является одновременно и неисправным.

Отказ – событие, в результате которого происходит полная или частичная утрата работоспособности изделия. Отказы классифицируют по различным признакам, а именно: по причинам возникновения, по характеру возникновения и по характеру проявления и по сложности и месту устранения.

Причинами возникновения отказов могут быть конструктивные ошибки и недостатки, производственные недостатки в изготовлении, неправильная эксплуатация и техническое обслуживание, внешние факторы, некачественный ремонт.

По характеру возникновения отказы могут быть внезапными, которые заранее предусмотреть невозможно; постепенными, когда условия, приводящие к отказу, накапливаются постепенно (износ, перегрев, усталостные явления, старение деформации); периодическими, повторяющимися через некоторые промежутки времени, по мере накопления условий, приводящих к отказу после

восстановления нормальных условий (температура, давление и др.) система самовосстанавливается и продолжает функционировать.

В зависимости от сложности устранения различают отказы устраняемые в порядке технического обслуживания и устраняемые при среднем или капитальном ремонте. В зависимости от места устранения различают отказы, не устраняемые в эксплуатационных условиях и устраняемые в стационарных условиях.

Различают долговечность физическую, связанную с физическим износом изделий, и социальную, связанную с их моральным старением.

Физическая долговечность изделий, не относящихся к технически сложным, имеет другую номенклатуру свойств. Например, проф. В.П. Скляnnиковым предложено подразделить долговечность текстильных товаров на три группы:

- стойкость размеров и формы, которая обеспечивается отсутствием или равномерностью усадки материалов, составляющих изделие, величиной обратной деформации материалов при растяжении и изгибе, достаточной жесткостью материалов и конструкции изделия;
- стойкость поверхности изделий к изменению, которая включает стойкость поверхности материалов к истиранию, устойчивость к загрязнению, закаливанию, образованию блеска, стойкость к изменению цвета и других эффектов отделки;
- стойкость изделия к общему разрушению, которая определяется стойкостью к механическим, физико-химическим, биологическим воздействиям и комплексному влиянию этих факторов.

Социальная долговечность определяется продолжительностью эксплуатации изделия до его выхода из строя вследствие полного морального старения.

Важное значение имеет соотношение между физической (D_{ϕ}) и социальной долговечностью (D_c), так как вследствие морального старения изделие может выйти из строя значительно раньше, чем будет исчерпан его физический ресурс. Оптимальным соотношением является их равенство: $D_{\phi} = D_c$.

Единичными показателями физической долговечности технически сложных изделий являются *наработка*, *средний ресурс*, *гамма-процентный ресурс*, *средний срок службы*, *гамма-процентный срок службы*.

Наработка – продолжительность (измеряемая, например, в часах или циклах) или объем работы изделия (измеряемый, например, в тоннах, километрах, кубометрах и т. п. единицах).

Ресурс – суммарная наработка изделия от начала его эксплуатации или ее возобновления после ремонта до перехода в предельное состояние. *Предельное состояние* – состояние изделия, при котором дальнейшая эксплуатация (применение) недопустима по требованиям безопасности или нецелесообразна по экономическим причинам либо когда восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно из-за неустранимого снижения эффективности. Предельное состояние наступает в результате исчерпания ресурса или в аварийной ситуации.

Срок службы – календарная продолжительность эксплуатации изделий или ее возобновления после ремонта от начала его применения до наступления предельного состояния.

Неработоспособное состояние – состояние изделия, при котором оно не способно нормально выполнять хотя бы одну из заданных функций. Перевод изделия из неисправного или неработоспособного состояния в исправное или работоспособное происходит в результате восстановления. *Восстановление* – процесс обнаружения и устранения отказа (повреждения) изделия с целью восстановления его работоспособности (устранения неисправности). По способности к восстановлению изделия подразделяются на *восстанавливаемые*, работоспособность которых в случае возникновения отказа подлежит восстановлению в рассматриваемой ситуации, и *невосстанавливаемые*, работоспособность которых не подлежит восстановлению.

Основным способом восстановления работоспособности является ремонт. В зависимости от того, предусмотрены или нет операции ремонта, изделия подразделяются на *ремонтируемые*, ремонт которых возможен и предусмотрен нормативно-технической и (или) проектно-конструкторской документациями, и *неремонтируемые*, ремонт которых невозможен или не предусмотрен.

Ремонтопригодность – свойство изделия, заключающееся в его приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем обнаружения и устранения дефекта и неисправности технической диагностики, обслуживанием и ремонтом. Это свойство обусловлено в основном компоновочным решением изделия.

Используют такие единичные показатели ремонтопригодности, как *среднее время восстановления*, *вероятность восстановления*, *коэффициент ремонтосложности* и др. *Время восстановления* – основной показатель ремонтопригодности, характеризующий календарную продолжительность операций по восстановлению работоспособного состояния изделия или продолжительность профилактических операций по техническому обслуживанию.

Сохраняемость – свойство изделий непрерывно сохранять значения установленных показателей его качества в заданных пределах в течение длительного хранения и транспортирования. Значение этих свойств для непродовольственных товаров чрезвычайно велико, так как в процессе хранения и транспортирования они могут подвергаться различным неблагоприятным воздействиям, например, колебаниям температуры, действию влажного воздуха, вибрациям и т. п. В результате еще до начала эксплуатации изделия могут оказаться в неработоспособном и даже в предельном состоянии.

Единичными показателями сохраняемости являются *средний срок сохраняемости* и *гамма-процентный срок сохраняемости*.

Срок сохраняемости – календарная продолжительность хранения и/или транспортирования изделия в заданных условиях, в течение и после которых сохраняются исправность, а также значения показателей безотказности, долговечности и ремонтнопригодности в пределах, установленных нормативно-технической документацией на данный объект.

Эргономические показатели. Эргономические свойства изделия – это свойства, обуславливающие удобство и комфорт его потребления в системе "человек – изделие – среда". Они направлены на обеспечение удобства эксплуатации изделия, оптимизацию всей физической и психической нагрузки человека, связанной с получением полезного эффекта. При этом наибольшее внимание уделяется изделиям и их элементам, которые могут отрицательно влиять на функциональную деятельность и здоровье человека. Это касается рабочих мест в средствах передвижения (автомобилях, мотоциклах, мини-тракторах); пультов управления и средств отображения информации, циферблатов и указателей приборов, ручек органов управления сложнотехническими товарами, мебели, одежды, обуви, посуды, светильников и т. д.

Эргономические свойства подразделяются на следующие группы: *антропометрические, физиологические, психофизиологические, психологические, гигиенические, удобство пользования изделием на основных этапах функционального процесса.*

Антропометрические свойства характеризуют соответствие изделия размерам и форме тела человека и отдельных его частей. Единичными антропометрическими свойствами являются размеры и форма изделий.

Проектируя любое изделие, конструктор, прежде всего, уделяет внимание обеспечению размеров изделия и его отдельных элементов размерам тела человека. Для некоторых изделий определяющее значение имеет их соответствие размеру тела человека без учета размеров и формы головы, конечностей, туловища. Это касается, например, мебели для сна и отдыха, постельных принадлежностей. Для многих изделий важно соответствие их конструктивных элементов (наружных и внутренних диаметров полых изделий, размеров ручек, держателей крышек, радио- и телевизионной аппаратуры (кнопок, клавиш, тумблеров) и т. п.) размерам и форме руки человека. Это обусловлено тем, что в процессе выполнения тех или иных движений в определенных пределах меняется положение кисти руки человека.

Вместе с тем одежду и обувь покупатели, как правило, примеряют до совершения покупки, так как их несоответствие размерам и форме тела человека может затруднять его движение, кровообращение, вызвать механические повреждения.

Физиологические свойства обуславливают соответствие изделия силовым, скоростным и энергетическим возможностям человека. К единичным физиологическим свойствам изделий относятся: масса, жесткость при деформировании, обусловленные свойствами материалов, конструктивными особенностями изделий в целом и его частей.

Например, при эксплуатации одежды и обуви затраты энергии зависят от массы изделий, жесткости используемых материалов; посуды – от ее массы, органов управления различными изделиями – от прилагаемых человеком усилий, необходимых для приведения их в действие.

Психофизиологические свойства характеризуют соответствие изделий особенностям функционирования органов чувств человека (зрения, слуха, ося-

зания, обоняния). Эти свойства очень специфичны, их номенклатуру нужно рассматривать применительно к каждой конкретной группе товаров. Они, как правило, не учитываются для одежды и обуви, но чрезвычайно важны для теле- и радиоаппаратуры, музыкальных инструментов, и в этих группах товаров проявляются как функциональные свойства.

Гигиенические свойства – это физические свойства материалов и изделий, влияющие на поддержание параметров организма человека на уровнях, обеспечивающих его нормальную жизнедеятельность и работоспособность.

Эти свойства наиболее важны для одежных, обувных и строительных материалов, они проявляются в системе "человек – изделие – природно-климатическая среда" и играют большую роль в удовлетворении физиологических потребностей человека. Классификация гигиенических свойств представлена на рисунке 2.11.



Рисунок 2.11 – Гигиенические свойства материалов для одежды

Сорбционные свойства проявляются при взаимодействии твердых тел с газами (в частности, углекислым), парами вод, капельно-жидкой влагой. От величины сорбции газа внутренней стороны материалов зависит скорость ее введения во внешнюю среду. Способность материалов поглощать влагу характеризуется показателем гигроскопичности, т. е. влагосодержанием материала после выдерживания его в течение четырех часов в воздушной среде при температуре воздуха $20 \pm 2^\circ\text{C}$ и относительной влажности, близкой к 100 %. Поглощение жидкой влаги характеризуется показателем водопоглощения, значения которого в большей степени зависят от строения, чем от химического состава материалов, и изменяются в пределах 30–80 %.

Проницаемость – способность материала пропускать воздух, водяные пары, ультрафиолетовые лучи, легкие отрицательные ионы, мелкодисперсные частицы и т. д. Воздухопроницаемость является свойством материалов, характеризующим их способность пропускать воздух. В материалах для одежды и обуви оно обеспечивает воздухообмен пододежного пространства, определяет ветрозащитные свойства одежды; в строительных материалах важно для выведения избытка углекислого газа. Паропроницаемость характеризует способность материалов выводить водяные пары из среды с повышенной влажностью.

Теплоизоляционные свойства характеризуют способность материалов препятствовать передаче тепла из среды с повышенной температурой в среду с более низкой температурой. Эта группа свойств наиболее важна для обувных, одежных, строительных материалов.

Теплопроводность – перенос тепловой энергии от более нагретых слоев материала к менее нагретым. Тепловое сопротивление характеризует сопротивление переносу тепла, оно зависит от теплопроводности вещества материала и воздуха в его порах. Чем выше содержание воздуха в порах, тем ниже теплопроводность.

Теплоемкость материалов – количество теплоты, которое необходимо подвести к материалу, чтобы повысить его температуру на 1°C. Теплоемкость единицы массы называется удельной теплоемкостью.

Пористые шерстяные материалы повышенной толщины имеют низкую теплопроводность, высокое тепловое сопротивление и высокую теплоемкость, поэтому они используются для изготовления утепленной одежды.

Психологические свойства изделий обуславливают их соответствие психологическим особенностям человека. К психологическим свойствам товара относится его соответствие возможностям человека воспринимать, хранить и перерабатывать информацию, формировать и закреплять навыки при пользовании данным изделием. Эти свойства особенно важны с точки зрения возможностей использования потребителем современной бытовой техники. Они включают легкость освоения потребителем функциональных возможностей товара, быстроту выработки навыков взаимодействия с товаром.

Эстетические показатели. *Эстетические свойства* характеризуют способность продукции выражать ее общественную значимость и ценность в чувственно-воспринимаемых внешних признаках (колористическом оформлении, объемно-пространственной структуре, декоре, отделке и пр.). Эстетическая ценность отражает социально-эстетические идеалы и вкусы населения, она постоянно изменяется в соответствии с изменениями в образе жизни людей, освоением новых материалов, источников энергии, технологии производства и т. д. Несмотря на то, что эстетические свойства большинства непродовольственных товаров представляют собой только внешнюю форму и не направлены на выполнение изделием основной функции, именно эти свойства во многом определяют конкурентоспособность товаров.

Эти свойства делятся на следующие группы: *информационная выразительность, рациональность формы, целостность композиции, совершенство производственного исполнения и стабильность товарного вида.*

Информационная выразительность характеризует способность изделия выражать в его форме сложившиеся в обществе эстетические и культурные нормы, т. е. степень современности изделия. Единичными показателями являются оригинальность, соответствие стилю, соответствие моде.

Оригинальность – своеобразие изделий, выделяющее его среди других аналогичных изделий. Может проявляться в форме, конструкции изделия и от-

дельных его элементах, размерах; цвете, отделке. Это свойство играет большую роль в повышении конкурентоспособности изделий, поскольку связано со стремлением человека проявить свою индивидуальность.

Соответствие стилю – соответствие изделия устойчивой общности художественных признаков и черт, присущих продукции разного вида и назначения. Так, традиционными для одежды являются классический, спортивный, романтический, фольклорный и др. стили, при проектировании мебели используются черты стилей "постмодерн", "архетипы", "минимализм" и др.

Соответствие моде – соответствие изделий совокупности эстетических требований, господствующих в определенной общественной среде в определенное время. В отличие от стиля эстетические признаки формы изделий, обуславливающие их модность, подвержены изменениям. При этом значение моды для разных групп товаров различно: наиболее важно оно для изделий, формирующих внешний вид человека, менее важно – для товаров хозяйственного назначения. Изделия, не соответствующие требованиям моды, частично или полностью теряют свою потребительную ценность. Степень модности и стиль определяют престижность изделий, создают имидж человека.

Рациональность формы – соответствие формы изделия назначению, особенностям технологии изготовления применяемым материалам, эргономическая обусловленность.

Соответствие формы изделия его назначению состоит в том, что изделие современно по форме, т. е. выполнено в соответствии со сложившимися в обществе эстетическими нормами и представлениями, и эта форма не затрудняет обращения с изделием, не вызывает отрицательной реакции человека при использовании изделия по назначению. Нерациональность формы характерна для изделий, созданных с преобладающим влиянием стилизации, избытком украшений, использованием морально устаревших конструктивных решений, процессов, материалов, ошибочных приемов художественного конструирования.

Эргономическая обусловленность характеризует степень гармоничного сочетания в форме изделия красоты и удобства пользования. Изделия современных форм, изготовленные без должного учета антропометрических, физиологических и других эргономических требований человека, не представляют собой эстетической ценности, а в ряде случаев могут нанести вред человеку. Это касается, например, обуви с очень узким длинным носком или очень высоким каблуком, высокой платформой и т. д.

Целостность композиции характеризует гармоничное единство частей и целого, органичную связь элементов формы изделия. «Композиция» в переводе с латинского означает сочинение, соединение, составление, связь, структура. Различают три основных вида композиции: фронтальную, объемную и глубинно-пространственную. Во фронтальной композиции элементы формы распределяются в одной плоскости в двух направлениях – вертикальном и горизонтальном, например, ткани, ковры, обои. Объемная композиция представляет собой объемную форму, расположенную в трехмерном пространстве. Выразительность и гармоничность объемных композиций зависит от взаимосвязи и

расположения их элементов, вида, образующих форму поверхностей. Это большинство непродовольственных товаров: обувь, бытовые машины, мебель и др. Глубинно-пространственная композиция складывается из материальных элементов, объемов, поверхностей, а также интервалов между ними. Используется в решении улиц, площадей, микрорайонов.

Целостность композиции может характеризоваться такими единичными показателями, как организация объемно-пространственной структуры, тектоничность, пластичность, колорит, упорядоченность графических и изобразительных элементов.

Организация объемно-пространственной структуры изделий предполагает органическую связь, соразмерность, соподчиненность, единый характер всех элементов формы в соответствии с функцией изделия. Например, размер и формы ручек управления в радиотоварах и бытовых машинах должны гармонично сочетаться с размерами и формой корпуса, зрительно не выделяясь, как обособленные элементы.

Тектоничность – это отражение в художественной форме взаимосвязи конструкции и материала изготовления: прочности, устойчивости, распределения нагрузок, взаимодействия несущих и несомых элементов.

Пластичность характеризует красоту взаимопереходов объемов и плоскостей, плавности и гибкости элементов формы.

В обеспечении целостности композиции важнейшее значение имеет *колорит* – соотношение всех цветов, используемых в оформлении изделия. Его значение обусловлено психологическим воздействием на человека. Колорит зависит от доминирующих в оформлении изделия цветов, их соотношения, цветовых тонов, а для изделий, имеющих рисунки (ткани, трикотажные полотна, ковры), определяющее значение имеет цвет фона рисунков, их гармония. Цвет фона может подчеркнуть четкость и рельефность узора или совершенно испортить его. С колоритом тесно связан и характер поверхности изделия, так как от него зависит восприятие цвета, массы, формы.

Различают *фактуру* и *текстуру* поверхности. *Фактура* – видимое строение поверхности изделия. В зависимости от материала и характера его обработки она бывает гладкой и шероховатой, блестящей и матовой, крупно- и мелкозернистой. Каждый материал (ткань, бумага, кожа, металл) имеет свою фактуру. *Текстура* – видимые на поверхности элементы внутренней структуры материала. Например, текстура древесины – естественный рисунок разреза древесины. Наибольшую ценность при производстве изделий представляют текстура древесины, минералов. При проектировании изделий широко используются имитации синтетических материалов под текстуру дерева, гранита, мрамора, фактуру кож.

Графические и изобразительные элементы (надписи, знаки, обозначения и др.) должны быть органично вписаны в композицию. В зависимости от их функций они могут занимать в композиции сугубо подчиненное положение или выступать в роли декоративных элементов, художественно обогащающих форму.

Совершенство производственного исполнения и стабильность товарного вида определяются чистотой исполнения контуров и соединений отдельных деталей, отсутствием видимых дефектов изготовления, тщательностью отделки поверхностей, устойчивостью элементов формы и поверхности к внешним воздействиям, четкостью исполнения фирменных знаков сопроводительной документации.

Показатели безопасности. Безопасность – состояние объекта, при котором риск вреда или ущерба ограничен допустимым уровнем (Руководство ИСО/МЭК 2). *Показатели безопасности* непродовольственных товаров характеризуют защищенность человека от воздействия опасных и вредных факторов, возникающих при потреблении товара.

В зависимости от вида опасности и возникающего при этом риска для жизни, здоровья и имущества человека безопасность подразделяют на *механическую, термическую, электрическую, электромагнитную, химическую, биологическую, радиационную, пожарную, безопасность от шума вибраций, взрывов.*

Необходимость обеспечения *механической безопасности* вызвана тем, что под воздействием различных нагрузок и факторов износа (ударов, растяжения, изгиба, сжатия, вибрации, климатических воздействий) могут происходить отрывы, разрушения, деформации материалов и конструктивных узлов изделий, приводящие к травмам работающего с ними человека. Показателями свойств механической безопасности являются степень гладкости поверхности (отсутствие острых частиц, заусенцев, шероховатостей); наличие ограждений, способов защиты, блокирования движущихся деталей; устойчивость и др.

Необходимость защиты человека *от шума и вибраций* связана с отрицательным влиянием этих видов опасности на многие его органы. Шум воздействует на общее психическое состояние человека, вызывает ощущение плохого самочувствия, тревоги, неуверенности и приводит к увеличению травматизма. Показателями, характеризующими защиту от шума и вибраций, являются уровень шума (уровень звукового давления); уровень инфразвука и ультразвука; уровень вибрации и др.

Термическая безопасность – важнейшее потребительское свойство тех изделий, выполнение функций которых связано с нагреванием до высоких температур самих изделий или их частей, доступных для потребителя. Например, конструкция электробытовых нагревательных приборов, предназначенных для приготовления пищи и кипячения воды, должна исключать возможность ожогов при пользовании этими приборами. Показателем, характеризующим данный вид безопасности, является максимальная температура поверхности изделия и отдельных его частей.

Электрическая безопасность является основным свойством безопасности для всех изделий, приводимых в действие электрическим током, а также токопроводящих и изоляционных материалов, относящихся к электробытовым товарам. Например, в нагревательных приборах должен быть предусмотрен терморегулятор, отключающий их при слишком высокой температуре, в электробытовых машинах

должна быть обеспечена электрическая прочность изоляции токоведущих частей, предусмотрены устройства для заземления, блокировка, предупредительная сигнализация, защита от поражения током и т. д. Показателями, характеризующими данное свойство, являются электрическое сопротивление изоляции; утечка тока; электрическая прочность изоляции; наличие статического электричества; наличие защитного заземления; наличие защитного отключения; наличие способов защиты от короткого замыкания и перегрузок; наличие предупреждающей сигнализации блокирования, знаков безопасности и др.

Электромагнитная безопасность актуальна для электробытовых приборов, средств связи, электронной и компьютерной техники. Уровни интенсивности электромагнитных излучений наиболее высоки при использовании СВЧ-печей, цветных телевизоров, компьютеров. Показателями свойств электромагнитной безопасности является напряжение электрического поля; плотность потока энергии электромагнитного поля; мощность дозы рентгеновского облучения; уровень инфракрасной радиации; уровень ультрафиолетовой радиации; уровень электромагнитного облучения ВЧ- и СВЧ-диапазонов.

Химическая безопасность связана с количеством вредных для организма человека веществ, выделяемых изделием. Выделение этих веществ возможно в случае использования при изготовлении изделий основных и вспомогательных материалов, содержащих недостаточно связанные летучие вещества, или вследствие деградации основных материалов под влиянием условий окружающей среды. Показателем химической безопасности является содержание токсичных элементов.

Биологическая безопасность непродовольственных товаров связана с отсутствием или неопасным воздействием на человека их биологических повреждений. В наибольшей степени это касается парфюмерно-косметических товаров, в меньшей – текстильных, меховых, коженно-обувных. Биологические повреждения этих групп товаров чаще всего проявляются в виде появления плесени. Эти повреждения влияют на долговечность изделий и в меньшей степени связаны с их безопасностью. Показателем биологической безопасности является наличие патогенных микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности.

Пожарная безопасность непродовольственных товаров обуславливается отсутствием воспламеняемости и негорючестью веществ и материалов, из которых они изготовлены. Основными ее показателями являются: температура возгорания, температура самовозгорания и температура тления веществ и материалов. Пожарная безопасность важна для многих групп товаров, но особенно для строительных. Пожарная безопасность важна также для детских игрушек, мебели и различных предметов интерьера, бытовых товаров из пластических масс, электроотопительных приборов и многих других товаров.

Безопасность от взрывов непродовольственных товаров имеет значение для огнестрельного охотничьего оружия, а также для изделий, эксплуатация которых может сопровождаться увеличением в них концентрации взрывоопасных веществ или повышением температуры до взрывоопасной вследствие нарушения режима работы изделия.. Основными ее показателями являются предельно допус-

тимая взрывобезопасная концентрация веществ; дробовые или фугасные характеристики взрывоопасной среды.

Радиационная безопасность непродовольственных товаров обусловлена содержанием в них радиоактивных элементов или ионизирующим излучением этих элементов. Наибольшую радиационную опасность могут представлять товары, в производстве которых используются полезные ископаемые. Это касается изделий из металлов, асбестоцементных, керамических строительных материалов, посуды, ювелирных изделий, а также пищевой продукции растительного и животного происхождения. Показателями данной группы свойств являются содержание радионуклидов; плотность потока бета-частиц; напряжение поглощенной дозы гамма-облучения; наличие предупреждающей сигнализации, блокирования, знаков безопасности.

Экологические показатели. Экологические свойства характеризуют воздействие товаров на окружающую среду в процессе потребления. Опасность загрязнения окружающей среды состоит в том, что его результаты появляются не сразу, а через определенное время, вызывая не только разрушение живой природы, но и различные заболевания человека. Отрицательное воздействие непродовольственных товаров осуществляется через экологически небезопасные товары и через отходы производства и потребления.

Объектами окружающей среды, на которые могут отрицательно влиять непродовольственные товары в процессе их потребления, являются *атмосфера, гидросфера, грунт*.

Экологическими свойствами, характеризующими безопасность непродовольственных товаров для атмосферы, являются задымленность отработанных газов; содержание в отработанных газах окислов азота, углерода; концентрация загрязняющих веществ в выбросах в атмосферу.

К показателям безопасности для гидросферы относятся концентрация загрязняющих веществ в морях, реках, озерах и других водоемах; изменение температуры водоемов при тепловом загрязнении вод; величина микробного загрязнения вод.

Показатели безопасности для грунта включают показатели санитарного состояния нефти и нефтепродуктов, радиоактивных и канцерогенных веществ, тяжелых металлов; степень разрушения верхнего слоя грунта (влажность, объемная масса, пористость, гранулометрический состав, водопроницаемость).

Наиболее опасными для окружающей среды непродовольственными товарами являются средства передвижения, приводимые в движение двигателями внутреннего сгорания; синтетические моющие средства, парфюмерно-косметические товары в аэрозольной упаковке; минеральные удобрения и ядовитые химикаты; отходы потребления, в том числе синтетические упаковочные материалы.

Технологические показатели. Технологичность – свойство, показывающее, насколько близко конструкция учитывает требования существующей технологии и организации освоения, производства, транспортирования и технического обслуживания объекта. Технологичная конструкция обеспечивает минимизацию продолжительности работ и затрат ресурсов на всех стадиях жизненного цикла объек-

та. При проведении технологического контроля конструкторской документации технологи навязывают конструкторам идею унификации и стандартизации элементов конструкции с тем, чтобы упростить и удешевить организационно-технологическую подготовку производства нового объекта. Однако уровень патентоспособности и, соответственно, конкурентоспособности объекта можно повысить только за счет применения современных методов и обеспечения высокой новизны конструкции, что в свою очередь приводит к снижению уровня унификации и заимствования конструкции. Поэтому технологичность как одно из самых сложных свойств качества объекта входит в противоречие почти со всеми остальными свойствами качества, так как улучшение любого из них требует времени и ресурсов.

Показатели технологичности характеризуют свойства состава и структуры или конструкции продукции, определяющие ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и восстановлении для заданных значений показателей качества продукции, объема ее выпуска и условий выполнения работ.

К показателям технологичности относятся: удельная трудоемкость изготовления изделия; удельная материалоемкость изделия; коэффициент использования материалов; удельная энергоемкость изделия; средняя разовая оперативная трудоемкость технического обслуживания (ремонта) данного вида; средняя разовая оперативная продолжительность технического обслуживания (ремонта) данного вида и др.

Удельная трудоемкость изготовления изделия определяется по формуле

$$t_{уд} = \frac{T}{B},$$

где T – суммарная трудоемкость изготовления продукции;

B – определяющий параметр продукции.

Суммарную трудоемкость рассчитывают по формуле

$$T = \sum_{i=1}^k t_i,$$

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 определяется по формуле

$$m_{уд} = \frac{M}{B},$$

где M – суммарная материалоемкость продукции;

B – определяющий параметр продукции.

Суммарная материалоемкость продукции определяется по формуле

$$M = \sum_{i=1}^n m_i,$$

где m_i – материалоемкость i -й составной части продукции;

n – число составных частей.

Важным показателем технологичности, характеризующим эффективность использования материальных ресурсов при изготовлении продукции, является коэффициент использования материала, который определяется по формуле:

$$K_{и.м} = M_z / M_в ,$$

где M_z – количество (масса) материала в готовой продукции, кг;

$M_в$ – количество (масса) материала, введенного в технологический процесс, кг.

Необходимость количественной оценки технологичности конструкции изделий, а также номенклатура показателей и методика их определения устанавливаются в зависимости от вида изделий, типа производства и стадии разработки конструкторской документации.

Показатели стандартизации и унификации. Стандартизация и унификация предусматривают рациональное сокращение количества типоразмеров составных частей в проектируемых и изготавливаемых объектах. Показатели стандартизации и унификации характеризуют насыщенность продукции стандартными, унифицированными и оригинальными частями, а также уровень унификации с другими изделиями. Составными частями изделия являются входящие в него детали, сборочные единицы, комплекты и комплексы. Для единообразия в подсчетах показателей стандартизации и унификации составные части изделий подразделяются на стандартные, унифицированные и оригинальные.

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

К унифицированным относят:

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

Составные части можно заимствовать и у изделий, снятых с производства, при условии, что эти части отвечают современным требованиям, и техническая документация на их изготовление сохранилась.

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

К показателям стандартизации и унификации относятся коэффициент стандартизации объекта; коэффициент межпроектной унификации комплектов конструкции объекта; коэффициент повторяемости составных частей объекта. Кроме перечисленных показателей, также рассчитываются и анализируются коэффициенты повторяемости и унификации по конструктивным элементам: размеры, радиусы, диаметры, резьбы, фаски, материалы, покрытия, термообработка, окраска,

мощность и другие элементы. Оптимальный уровень унификации определяется на основе экономических расчетов, учитывающих затраты по стадиям жизненного цикла объекта.

Патентно-правовые показатели. Данная группа показателей характеризует степень обновления технических решений, использованных в продукции, их патентную защиту, а также возможность беспрепятственной реализации продукции в стране и за рубежом. Патентно-правовой уровень промышленного изделия оценивается при помощи двух безразмерных показателей: показателя патентной защиты (или патентоспособности) и показателя патентной чистоты.

Официальным документом, свидетельствующим о патентной защите и патентной чистоте изделия, является патентный формуляр.

Показатель патентной защиты характеризует количество и весомость новых отечественных изобретений, реализованных в данном изделии (в том числе и созданных при его разработке), то есть характеризует степень защиты изделия принадлежащими отечественным фирмам авторскими свидетельствами в стране и патентами за рубежом с учетом значимости отдельных технических решений.

Показатель патентной чистоты характеризует возможность беспрепятственной реализации товара на внутреннем и внешнем рынках.

Товар обладает патентной чистотой в отношении данной страны, если он не содержит технических решений, подпадающих под действие патентов, свидетельств исключительного права на изобретения, показные модели, промышленные образцы и товарные знаки, зарегистрированные в этой стране.

При определении показателя патентной чистоты товара необходимо учитывать, что товары, выпускаемые для реализации только внутри страны, не должны нарушать действующие патенты исключительного права, выданные в Республике Беларусь, а изделия, которые могут стать объектами экспорта, не должны нарушать действующие патенты третьих лиц, выданные в предполагаемых странах экспорта.

Для вновь разрабатываемых товаров это требование можно выполнить, обеспечив им патентную чистоту в отношении стран, занимающих ведущее положение в мире в данной области.

При определении патентно-правовых показателей следует учитывать:

- наличие в изделии новых технических решений, на которые поданы заявки на изобретения;
- наличие в изделии технических решений, защищенных авторскими свидетельствами на изобретения в стране с приоритетом не более 10 лет, а также патентами или иными охранными документами в странах предполагаемого экспорта;
- наличие в изделии технических решений, подпадающих под действие патентов исключительного права, выданных в стране, и патентов, выданных в странах предполагаемого экспорта;
- значимость и стоимостные показатели изделия в целом или его составных частей, подпадающих под действие патентов;

– наличие регистрации промышленного образца и товарного знака в стране, а также в странах предполагаемого экспорта.

Патентно-правовые показатели определяются при завершении разработки продукции. При их определении учитываются лишь те составные части изделия, которые влияют на уровень его качества.

Показатели транспортабельности. Данная группа показателей характеризует приспособленность продукции к транспортированию без использования или потребления ее.

К показателям транспортабельности относятся:

- средняя продолжительность подготовки продукции к транспортированию;
- средняя трудоемкость подготовки продукции к транспортированию;
- средняя продолжительность установки продукции на средство транспортирования определенного вида;
- коэффициент использования объема средства транспортирования;
- средняя продолжительность разгрузки партии продукции из средств транспортирования определенного вида.

К подготовительным операциям, предшествующим транспортированию, относятся упаковка, герметизация, погрузка, амортизация, устанавливание, закрепление. Подготовка к транспортированию продукции может содержать также некоторые операции подготовки соответствующих транспортных средств.

К затратам на осуществление транспортирования относятся затраты, связанные с эксплуатацией транспортных средств и с операциями по уходу за продукцией во время ее транспортирования. К заключительным операциям относятся разгрузка продукции, ее распаковывание. Сюда же могут относиться некоторые операции по переводу транспортных средств в исходное состояние.

Наиболее полно и всесторонне транспортабельность оценивается стоимостными показателями, позволяющими одновременно учесть материальные и трудовые затраты, квалификацию и количество людей, занятых работами по транспортированию, а также фактор времени.

Для оценки показателей транспортабельности необходимо иметь исходные данные, характеризующие процесс транспортирования: массу и объем единицы продукции, показатели физико-механических свойств, габаритные размеры изделия, показатели сохраняемости продукции, предельно допустимые значения режимов транспортирования, нормы погрузочно-разгрузочных работ, коэффициент максимально возможного использования емкости или грузоподъемности транспортного средства, восприимчивость перевозимых грузов к тепловым и механическим внешним воздействиям и т. д.

Показатели экономного использования (расходования) ресурсов (сырья, материалов, топлива, энергии). Они характеризуют те свойства изделия, которые тоже отражают его техническое совершенство, но только по количеству потребляемых в процессе работы всевозможных ресурсов.

В группе показателей экономного использования (ПЭИ) есть две подгруппы:

- 1) показатели экономичности энергопотребления;
- 2) показатели экономичности потребления материальных и трудовых ресурсов.

К показателям экономии энергии относят, например, коэффициент полезного действия, удельный расход энергии (энергоносителя – топлива), расход топлива при заданном (регламентированном) режиме эксплуатации изделия. В качестве показателей экономичности по энергии, как правило, выбирают удельные показатели, т. е. отношение затрачиваемой энергии и/или топлива к объему произведенной полезной работы или к полезному эффекту, выраженному в единицах произведенного продукта.

Показателями экономного использования сырья и материалов являются, например, удельный расход сырья, удельный расход материалов, потребление сырья при регламентированных условиях эксплуатации изделия, расход материалов при регламентированных условиях эксплуатации и т. п.

2.4 Классификация показателей качества продукции

Совокупность используемых для оценки уровня качества продукции показателей весьма многообразна и может быть классифицирована по многим различным признакам. Традиционно такого рода классификация предполагает деление комплекса показателей качества на группы в соответствии с какими либо критериями, основные из которых представлены ниже.

В зависимости от характера своей размерности показатели качества могут быть:

- 1) *собственно качественные* – используются для характеристики таких полезных свойств предметов, интенсивность проявления которых не может быть измерена количественно (эстетические показатели, вкусовые характеристики и др.);
- 2) *количественные*:
 - а) *абсолютные* – используются для характеристики таких свойств, эталонные значения единиц измерения которых являются общепотребительными;
 - (1) *балльные* – в качестве инструментов измерения здесь используются разного рода балльные шкалы;
 - (2) *натуральные* – их интенсивность может быть оценена стандартизированными физическими единицами (кг, м, А и др.);
 - (3) *стоимостные*;
 - б) *относительные* – используются для характеристики таких свойств, эталонные значения единиц измерения которых имеют ситуативную природу (относительная трудоемкость изготовления продукции, относительная себестоимость изделия и т. д.). Выражаются отношением величин одной и той же размерности.

По форме представления и стадии определения значений показатели качества делятся на:

- *прогнозируемые* – характеризуют свойства продукции, прогнозируемые на стадиях научных исследований или разработки проекта методами инженерного прогнозирования (скорость, грузоподъемность машины, материалоемкость, КПД и др.). Их значения носят ориентировочный характер;
- *проектные* – характеризуют свойства продукции, предусмотренные в конструкторской документации для изготовления опытного образца, партии изделий (коэффициент унификации, стандартизации и др.). Определяются как результат конкретных конструкторско-технологических решений, закладываемых в изделие на стадии его проектирования;
- *производственные* – характеризуют свойства продукции, выявляемые в процессе производства (технологическая себестоимость, трудоемкость изделия и др.). Являются выражением конкретных особенностей производственной системы, в рамках которой разработанный проект находит свое практическое воплощение;
- *эксплуатационные* – характеризуют свойства изделия, выявленные в процессе эксплуатации, включая транспортирование, подготовку к эксплуатации, техническое обслуживание и ремонт. Определяются как результат сочетания конструкторских особенностей изделия, реальных производственных условий его создания и условий конечного целевого использования потребителем.

В зависимости от количества характеризующих свойств продукции показатели качества делятся на следующие виды:

- 1) единичные;
- 2) комплексные:
 - а) групповые;
 - б) обобщенные;
 - в) интегральные.

Деление ПК на единичные и комплексные является условным из-за условности деления свойств на простые и сложные.

Единичные показатели качества представляют собой независимые характеристики отдельных свойств изделия, способных обеспечить его пользователю ту или иную полезность. Примерами единичных показателей качества могут быть разрывная нагрузка, гигроскопичность, жесткость, габариты изделия, срок его полезной службы и т. д.

Комплексные показатели качества предназначены для характеристики определенного набора полезных свойств изделия.

Групповой – это ПК, являющийся обобщенной характеристикой некоторой ограниченной совокупности близких по природе свойств, входящих в общую номенклатуру свойств, учитываемых при определениях уровня качества. К групповым могут быть отнесены такие показатели, как уровень надежности, уровень эргономичности, уровень безопасности и др.

Обобщенный – это комплексный ПК, относящийся к такой совокупности ее свойств, по которым принято решение оценивать уровень качества продукции в целом. В отличие от группового ПК он является количественной характеристикой всей совокупности выделенных свойств при оценке уровня качества объекта, следовательно, он является комплексным определяющим показателем. Часто в силу своей относительной внутренней неоднородности обобщенные показатели качества выражают в относительных безразмерных единицах, но иногда и в непосредственных количественных единицах (например, групповой показатель стоимости потребления изделия может быть выражен в рублях).

Интегральный показатель характеризует эффективность или экономичность объекта и рассчитывается как отношение суммарного полезного эффекта от эксплуатации продукции к суммарным затратам на создание и эксплуатацию продукции по формуле:

$$И = Э / (З_c + З_э),$$

где Э – суммарный полезный эффект от эксплуатации или потребления продукции (например, пробег грузового автомобиля в тоннокилометрах за срок службы до капитального ремонта);

$З_c$ – суммарные затраты на создание продукции;

$З_э$ – суммарные затраты на эксплуатацию продукции.

Если срок службы продукции превышает 1 год, $З_c$ должны быть приведены (пересчитаны) к последнему году срока службы продукции.

Формально с помощью интегрального показателя качества, если выразить полезный эффект в единицах затрат, можно **сравнивать по качеству** разнородную продукцию, удовлетворяющую различные потребности. Однако подсчитать полезный эффект часто достаточно сложно (например, если он заключается в улучшении условий труда или в повышении эмоционального воздействия продукции на потребителя).

По видам характеризуемых свойств классификация показателей качества представлена в разделе 2.3.

2.5 Порядок выбора номенклатуры показателей качества продукции (НПКП)

Методика выбора номенклатуры показателей качества промышленной продукции регламентирована методическими указаниями РД 50-165-82 «Выбор номенклатуры потребительских свойств и показателей качества промышленных товаров народного потребления». Крупными предприятиями, корпорациями, ассоциациями предприятий, организаторами различных конкурсов и т. д. разрабатываются другие нормативные документы по выбору номенклатуры показателей качества конкретных видов промышленной продукции.

При выборе номенклатуры показателей свойств устанавливают перечень наименований количественных характеристик свойств продукции, составляющих ее качество и обеспечивающих возможность адекватной оценки уровня качества продукции.

При обосновании выбора номенклатуры показателей свойств, характеризующих качество промышленной продукции, учитывают:

- 1) назначение и условия использования (эксплуатации) продукции;
- 2) требования потребителей;
- 3) обеспечение решения задач управления качеством продукции;
- 4) состав и структуру характеризующих свойств;
- 5) основные требования к показателям свойств.

Состав и структуру показателей свойств определяют в соответствии с их классификацией.

Порядок выбора номенклатуры показателей свойств предусматривает определение:

- 1) группы продукции;
- 2) цели использования НПКП;
- 3) метода выбора НПКП;
- 4) перечня групп показателей;
- 5) перечня конкретных показателей свойств по каждой из выбранных групп.

Группа продукции устанавливается в соответствии с общей классификацией промышленной продукции по назначению и условиям применения (см. таблицу 2.2).

Цели использования выбираемой НПКП устанавливаются в зависимости от характера задачи управления качеством продукции. Возможные *цели применения* выбираемой номенклатуры показателей свойств промышленной продукции таковы:

- для включения в стандарты или технические условия на продукцию, в технические задания на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы;
- для сертификации;
- для разработки предложений в планы развития техники, а также для повышения качества серийно выпускаемой продукции;
- в документах, определяющих торговые отношения партнеров или при специализации и кооперации производств.

Для каждой из целей принятия решения по НПКП может быть установлен целый ряд ограничений на допустимую номенклатуру и ряд *обязательных требований*, которым они должны удовлетворять, например:

- способствовать максимальному удовлетворению потребностей национального хозяйства в данном виде продукции;
- учитывать современные достижения науки, техники в отдельных отраслях;
- быть достаточной для того, чтобы наиболее полно характеризовать технические, технологические, эксплуатационные и экономические свойства и особенности продукции;
- быть минимальной, чтобы не ограничивать выбор конструкторского решения и возможности систематического совершенствования продукции;

– быть наиболее устойчивой (стабильной), т. е. сохраняться неизменной в течение возможного длительного времени, чтобы обеспечить возможность сравнительных оценок последующих технических усовершенствований и конструктивных модификаций изделия;

– не включать взаимозаменяемые или взаимозависимые показатели качества (ПК), значения которых можно подсчитать, если известны значения других ПК.

Метод выбора номенклатуры показателей продукции состоит в установлении применимости свойств к оцениваемой продукции, в выборе показателей по каждой из групп с учетом требований к оцениваемой продукции, а также в выборе показателей.

Процесс принятия решения по выбору НПКП показан на рисунке 2.12.

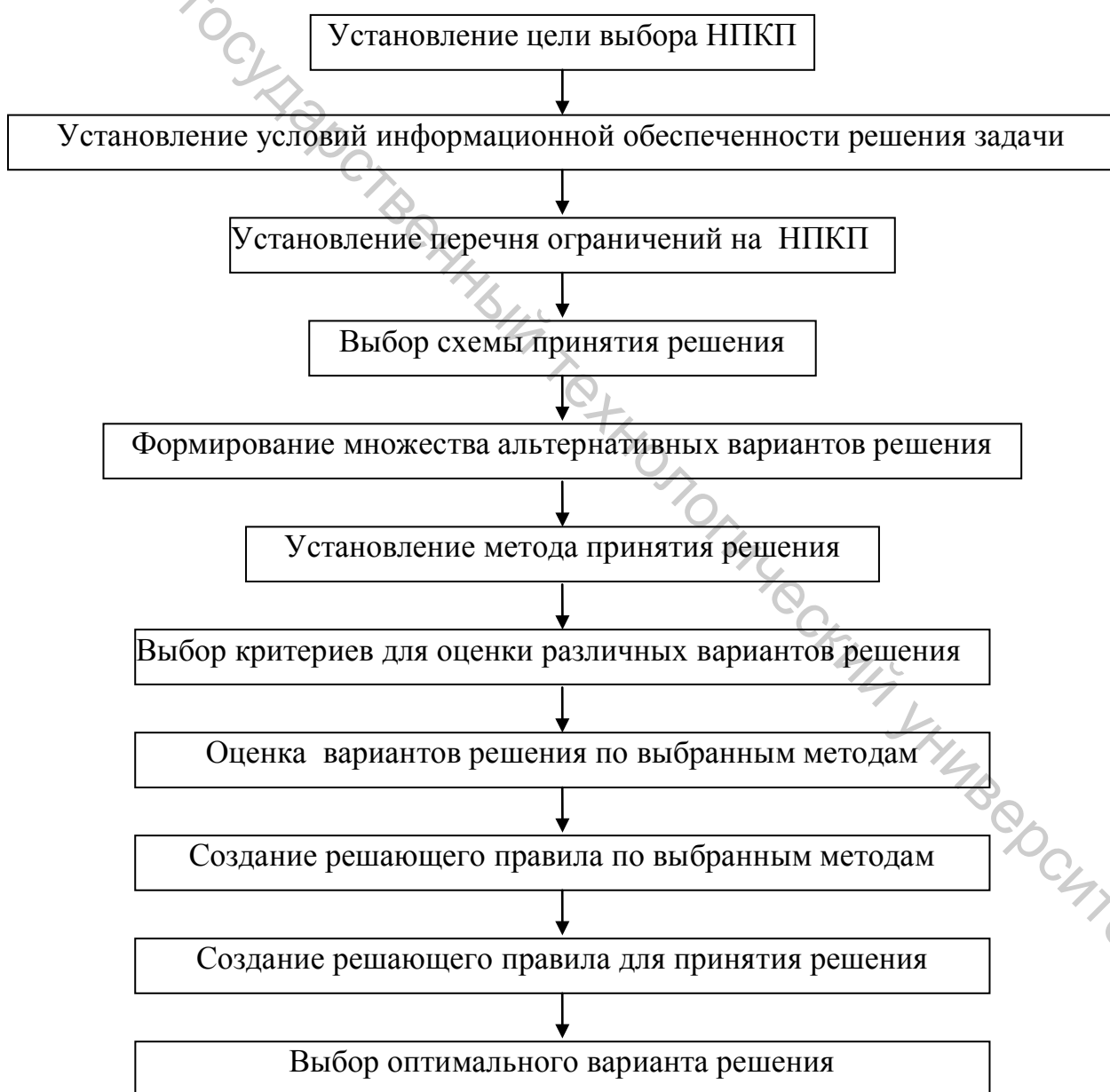


Рисунок 2.12 – Порядок принятия решения по выбору НПКП

Установление номенклатуры показателей свойств может осуществляться исходя из целей оценки и с учетом значений показателей для данного вида продукции, указанных в технических регламентах, международных стандартах (ИСО, МЭК и др.), национальных зарубежных и отечественных (государственных) стандартах; документации на поставку продукции; каталогах, проспектах и стандартах фирм-изготовителей данного вида продукции; патентной и конкурентно-экономической документации и др.

Известно, что номенклатура показателей свойств бывает трех разновидностей: типовой, развернутой и конкретной.

Типовая номенклатура – это полный перечень всех групп и конкретных показателей свойств, относящихся, например, к любым техническим изделиям производственного назначения или к промышленным изделиям общепотребительного (бытового) использования. Такая номенклатура составляется безотносительно к отдельным группам или видам технических изделий. Она является наиболее общей и универсальной для большого класса изделий, таких как, например, машины. Типовая номенклатура, служит основой для последующей разработки и выбора (принятия, назначения) конкретной и развернутой номенклатуры свойств и их показателей для отдельных групп, видов или типов технических изделий.

Развернутая номенклатура показателей продукции 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 обобщенных показателей свойств, характеризующих качество данного множества изделий. Примерами таких номенклатур служат номенклатуры показателей токарных станков, легковых автомобилей, бытовых холодильников, телевизоров и других видов промышленной продукции.

Конкретная номенклатура или, иначе говоря, номенклатура показателей качества конкретных изделий, относящихся к определенному классу, есть уточненная номенклатура показателей для характеристики оцениваемого изделия или ряда (нескольких однотипных) изделий. Это наиболее детальная и полная номенклатура, позволяющая адекватно оценить реальное качество того или иного изделия с учетом всех характерных свойств и признаков.

В практике оценки (экспертизы) качества изделий бывает две ситуации для выбора номенклатуры показателей.

В первом случае, когда нет заранее разработанной развернутой номенклатуры показателей качества данной группы изделий, в качестве исходной номенклатуры принимается наиболее общая – типовая номенклатура. На основании типовой формируется сначала развернутая номенклатура показателей качества для группы сходных, аналогичных изделий. Только после этого осуществляют обоснованный выбор конкретной номенклатуры показателей оцениваемого изделия или нескольких изделий, относящихся к группе аналогичных изделий (к группе аналогов).

Во втором, более простом случае, когда известна развернутая номенклатура показателей качества данной группы изделий, остается лишь выбрать конкретную номенклатуру показателей свойств оцениваемой продукции.

НПКП определяется с использованием аналитических зависимостей или экспертными методами. Если аналитическую зависимость установить невозможно, применяются экспертные методы. Установление решающего правила для принятия однозначного решения о включении показателя в номенклатуру сводится к установлению некоторых количественных нормативов в выбранном критерии (например, необходимо 100 %-е единогласие экспертов).

2.6 Методы выбора номенклатуры показателей качества продукции

В современной практике в различных отраслях широко применяются методы экспертных оценок и корреляционного анализа, а в некоторых областях применяются методы экономического анализа, например, метод анализа затрат.

Методы экспертных оценок – это наиболее простые методы и практически единственно возможные при оценке эргономических, эстетических показателей качества, т. е. в если в анализируемом перечне показателей имеются не только количественные, но и качественные показатели. Общий подход к использованию экспертных методов изложен в лекции 4, а их краткая характеристика приведена ниже.

Метод опроса заключается в том, что эксперт получает опросный лист, в котором перечислены все ПК данного вида продукции. На основе собственного опыта эксперты должны выбрать основные ПК. Опросный лист представлен в виде таблицы 2.3.

Таблица 2.3 – Опросный лист

№	Наименование показателей	Результаты опроса экспертов				Общий результат	Выбранные основные ПК
		1	2	...	10		
1	Соответствие моде		+	...	+	7	+
2	Прочность крепления подошвы	+	+	...		9	+
3	Гибкость	+		...		4	
4	Толщина материала верха			...	+	2	
...	...			...		...	...
15	Гарантийный срок		+		+	8	+

Результаты опроса подлежат обработке в соответствии с решающим правилом. За решающее правило может быть выбрано единогласие экспертов или максимальное число голосов экспертов (например, более 70 %), при котором ПК счи-

тается значимым, т. е. может быть включен в номенклатуру для последующей оценки качества.

В случае малого числа ПК, подлежащего нормированию, необходимо выбрать менее жесткое решающее правило или провести повторный опрос экспертов с учетом результатов предыдущего. Повторный опрос проводится относительно тех показателей, которые хотя бы одним экспертом считаются значимыми. Также при повторном опросе эксперты должны дать краткое обоснование своего выбора (можно провести коллективное обсуждение).

Метод ранжирования. Эксперт определяет весомость свойств в порядке их предпочтения, т. е. ранжирует их по степени значимости.

Возможно проведение операции ранжирования для ограниченного и неограниченного числа ПК. При варианте ранжирования для ограниченного числа ПК экспертам предлагается дать ранговую оценку заранее определенного количества показателей качества продукции. Ранговая оценка сводится к обозначению степени важности каждого показателя рангом, т. е. порядковый номер местоположения в ряду порядка называется *рангом*. Ранг – это некоторая безразмерная количественная характеристика, т. е. численный показатель того, что первоначально было оценено только качественно и представлено в последовательном ряду шкалы порядка.

Наиболее важный показатель обозначают рангом $R = 1$, а наименее значимый – рангом $R = n$, где n – число оцениваемых единичных показателей.

Если эксперт считает несколько показателей равноценными по значимости, то им присваиваются равные ранги, но сумма их должна быть равна сумме мест при их последовательном расположении. Например, три показателя, по мнению j -го эксперта, должны занимать по степени важности одинаковое второе место, тогда сумма мест при их последовательном расположении будет равна $2 + 3 + 4 = 9$. Следовательно, ранговая оценка этих трех показателей будет равна $R_{ij} = 9 / 3 = 3$.

В отличие от метода оценки весомости заранее составленного комплекса показателей при неограниченном выборе эксперты не имеют одинакового перечня показателей. Им дается одинаковый список и предоставляется возможность его дополнения новыми показателями. Показатели ранжируются в порядке убывания значимости. При этом число показателей у экспертов может быть неодинаковым. Считают, что показатели, которым эксперт не дал оценку, имеют одинаковый наихудший ранг.

Согласованность мнений экспертов в отношении важности каждого свойства оценивают по *коэффициенту вариации*, который рассчитывается по формуле

$$C_i = \frac{\sigma_i}{R_i} \cdot 100 \quad ,$$

где C_i – коэффициент вариации мнений экспертов по каждому i -му показателю качества;

σ_i – среднее квадратическое отклонение по каждому i -му показателю качества;

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (\bar{R}_i - R_{ij})^2}{m-1}},$$

R_i – средний по всем экспертам ранг i -го показателя качества;

R_{ij} – ранг i -го показателя качества, предоставленный j -м экспертом;

m – число экспертов.

Чем больше значение C_i , тем меньше согласованность мнений экспертов в отношении важности i -го показателя. При $C_i < 10$ % согласованность мнений экспертов считают высокой, при $C_i < 15$ % – выше средней, при $C_i < 25$ % – средней, при $C_i \leq 35$ % – ниже средней и при $C_i > 35$ % – низкой.

Для оценки общей согласованности мнений экспертов определяют коэффициент конкордации (коэффициент Кендалла) по формуле

$$W = \frac{\sum_{i=1}^n (S_i - \bar{S})^2}{\frac{1}{12} m^2 (n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j},$$

где $S_i = \sum_{j=1}^m R_{ij}$ – сумма ранговых оценок экспертов по каждому i -му единичному показателю;

$\bar{S} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i = 0,5m(n+1)$ – средняя сумма рангов для всех единичных показателей;

n – число единичных показателей;

$T_j = \frac{1}{12} \sum_{g=1}^u (t_g^3 - t_g)$ – показатель одинаковости;

u – число оценок с одинаковыми рангами у j -го эксперта;

t_g – число одинаковых рангов в каждой g -й оценке у j -го эксперта.

Согласованность мнений экспертов будет тем лучше, чем ближе W к единице. Значение $W = 0$ свидетельствует о полном безразличии или несогласованности мнений экспертов. Согласованность мнений экспертов считается отличной, если $W > 0,7$; хорошей, если $W > 0,5$.

Значимость W оценивают по критерию χ^2 :

$$\chi^2 = W m (n-1).$$

Если $\chi^2 > \chi^2_{\text{табл}}$, то показатель W значим с установленной вероятностью. Значения $\chi^2_{\text{табл}}$ приведены в справочниках по статистике.

Если показатель W значим с установленной вероятностью, то переходят к расчету коэффициентов весомости α_i по формуле

$$\alpha_i = \frac{\frac{1}{S_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{S_i}},$$

Решающим правилом для включения показателя в номенклатуру может быть назначенное значение коэффициента весомости, или выполнение условие $\alpha_i > 1/n$.

Пример. В таблице 2.4 представлены результаты ранжирования пятью экспертами семи показателей качества. Кроме того, в таблице приведены суммы рангов по каждому показателю и рассчитана их весомость. Чем больше значение коэффициента весомости, тем важнее показатель качества.

Таблица 2.4 – Результаты экспертного ранжирования показателей качества

Эксперты	Показатели качества							
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	
Эксперт 1	1	2	6	4	7	3	5	
Эксперт 2	1	2	7	6	3	5	4	
Эксперт 3	7	1	6	4	2	5	3	
Эксперт 4	3	1	5	6	4	7	2	
Эксперт 5	1	2	6	4	5	7	3	
Сумма рангов	13	8	30	24	21	27	17	140
Весомость свойств	0,18	0,30	0,08	0,10	0,11	0,09	0,14	1,0
Отклонения от средней суммы рангов	-7	-12	10	4	1	7	-3	
Квадраты отклонений	49	144	100	16	1	49	9	

Для оценки общей согласованности мнений экспертов определяем коэффициент конкордации W:

$$W = \frac{49 + 144 + 100 + 16 + 1 + 49 + 9}{\frac{1}{12} 5^2 (7^3 - 7)} = 0,53 ,$$

что соответствует хорошей согласованности мнений экспертов.

Если решающим правилом для включения показателя в номенклатуру принято выполнение условие $\alpha_i > 1/n$ ($\alpha=0,14$), то следует включить показатели X₁, X₂, X₇.

Метод оценки попарным сопоставлением (метод предпочтений) заключается в следующем. Эксперт получает таблицу размерностью $n(n-1)$, в которой по горизонтали и вертикали обозначены все сравниваемые показатели. Предпочтение эксперта выражается указанием номера предпочтительного показателя в соответствующей графе таблицы сопоставления.

Максимально возможное число предпочтений любого из рассматриваемых показателей, полученное от одного из экспертов, равно:

$$N_{max} = n-1 ,$$

где n – количество оцениваемых показателей.

Частота этих предпочтений F_i находится:

$$F_i = \frac{N_i}{N_{\max}} = \frac{N_i}{n-1}. \quad (2.1)$$

Наибольшее число предпочтений одного объекта C , связанное с количеством экспертов m и объектов экспертизы n , находят из соотношения

$$C = \frac{m(n-1)}{2}. \quad (2.2)$$

Весомость i -го показателя по сравнению с другими рассчитывают по формуле

$$\alpha_i = \frac{\sum_{j=1}^{m,n} F_{i,j}}{C}, \quad (2.3)$$

где m – число оцениваемых объектов;

n – число экспертов в группе.

Пример. В таблице 2.5 представлены суждения одного эксперта для шести сопоставляемых показателей.

Таблица 2.5 – Результаты попарного сопоставления показателей экспертом

Показатель	1	2	3	4	5	6	Количество предпочтений i -го показателя
1		1	1	1	5	1	4
2			2	2	5	2	3
3				3	5	3	2
4					5	4	1
5						5	5
6							0

Используя данные табл. 2.5, получаем $N_{\max} = 6 - 1 = 5$, а частоты предпочтений, данные экспертом, равны:

$$F_1 = 0,8; F_2 = 0,6; F_3 = 0,4; F_4 = 0,2; F_5 = 1; F_6 = 0.$$

При шести объектах экспертизы и шести экспертах $C = 15$.

В рассматриваемом примере результаты экспертизы таковы:

$$\alpha_1 = 0,27; \alpha_2 = 0,18; \alpha_3 = 0,16; \alpha_4 = 0,08; \alpha_5 = 0,30; \alpha_6 = 0,01.$$

Метод корреляционного анализа состоит из обработки статистических данных, отражающих тесноту (силу) связи между стоимостью изделий и их показателями качества.

Метод корреляционного анализа применим для тех изделий, для которых интегральный ПК является основной характеристикой технико-экономической эффективности их использования. Поэтому при нормировании ПК такого типа изделий в состав НПКП следует включать показатели, которые оказывают существенное влияние на величину интегрального ПК, характеризующего отношение полезного суммарного эффекта от эксплуатации изделия к суммарным затратам на его создание и эксплуатацию.

При использовании метода корреляционного анализа критерием принятия решения является коэффициент корреляции, а его значение – решающим правилом.

Если случайные величины распределены нормально, то они связаны линейной корреляционной зависимостью, поэтому для определения НПКП достаточно воспользоваться коэффициентом корреляции r_{yx} , который рассчитывается по формуле:

$$r_{yx} = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2} \cdot \sqrt{n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2}}, \quad (2.4)$$

где x, y – случайные величины;
 n – количество изделий в выборке;
 i – индекс (номер) изделия в выборке.

При $r_{yx} = \pm 1$ переменные x и y связаны прямолинейной связью. Если $r_{yx} = 0$, то между x и y не существует прямолинейная связь, а только криволинейная. Чем ближе r_{yx} к единице, тем точнее и теснее прямолинейная корреляционная связь y с x и наоборот.

Если имеющихся статистических данных достаточно для определения значимости влияния оцениваемых ПК x_j на величину интегрального ПК Y , то вычисляются коэффициенты корреляции между ПК x_j и составляющими интегрального ПК Y : себестоимостью изготовления изделия (y_1), средней приведенной стоимостью эксплуатации изделия (y_2), годовой стоимостью эффекта от применения изделия (y_3) и др. По величине коэффициентов корреляции оценивается значимость влияния величины отдельного ПК на величину основных составляющих интегрального ПК. Вычисленные коэффициенты корреляции заносятся в корреляционную матрицу.

После определения коэффициента корреляции для последующих расчетов оставляются те ПК, которые имеют наибольшее значение коэффициента корреляции. Остальные ПК исключаются с целью снижения временных затрат на проведение исследований, т. к. они незначительно влияют на цену изделия.

Для дальнейшего сокращения числа учитываемых ПК оценивается теснота связи между отдельными ПК, для чего рассчитываются коэффициенты парной корреляции между ПК.

Если значения коэффициентов парной корреляции по абсолютной величине достаточно велики (например, больше 0,8), то в НПКП включают показатель, который теснее связан с ценой, т. е. у которого коэффициент парной корреляции больше.

После отбора ПК указанными способами проводится статистическая проверка достоверности рассчитанных коэффициентов парной корреляции при ограниченной выборке изделий в сравнении с действительными.

Значимость коэффициента парной корреляции оценивается через построение доверительных интервалов с заданной доверительной вероятностью p . (Если с заданной вероятностью коэффициент корреляции равен нулю, то оцениваемый ПК не зависит от другого ПК).

Для определения доверительного интервала используется преобразование Фишера:

$$th z_1 < r_{yx} < th z_2 ,$$

где

$$z_1 = arcth r_{yx} - \frac{u_{\beta/2}}{\sqrt{n-3}} - \frac{r_{yx}}{2(n-1)}, \quad z_2 = arcth r_{yx} + \frac{u_{\beta/2}}{\sqrt{n-3}} - \frac{r_{yx}}{2(n-1)}, \quad (2.5)$$

где $th z_1$ – гиперболический тангенс, определяемый по табличным данным преобразования Фишера;

$u_{\beta/2}$ – квантиль нормального распределения.

За критерий целесообразности включения отдельных ПК в искомую НПКП принимается величина модуля коэффициента корреляции $|r_{yx}|$ между случайными величинами y и x .

Достаточность решения данной задачи оценивается по критерию множественной корреляции (регрессии) R , вычисляемому по каждому из показателей качества и характеризующему их совместное влияние на стоимость продукции, причем $0 < R < 1$. Коэффициент R одновременно служит и ограничением числа учитываемых ПК. Практически, начиная с некоторого значения, дальнейшее увеличение числа ПК не приводит к росту коэффициента множественной регрессии, однако при этом заметно возрастают трудозатраты на проведение различных видов испытаний. Считается, что условие достаточности обеспечено, если $R > 0,95$:

$$R = 1 - \frac{|r_{jk}|}{|r_{\alpha\beta}|}, \quad (2.6)$$

где

$$|r_{jk}| = \frac{\begin{vmatrix} r_{y_1 y_1} & r_{y_1 x_1} & \dots & r_{y_1 x_m} \\ r_{y_1 x_1} & r_{x_1 x_1} & \dots & r_{x_1 x_m} \\ r_{y_1 x_m} & r_{x_1 x_m} & \dots & r_{x_1 x_m} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} r_{y_1 y_1} & r_{y_1 x_1} & \dots & r_{y_1 x_m} \\ r_{y_1 x_1} & r_{x_1 x_1} & \dots & r_{x_1 x_m} \\ r_{y_1 x_m} & r_{x_1 x_m} & \dots & r_{x_1 x_m} \end{vmatrix}}, \quad |r_{\alpha\beta}| = \frac{\begin{vmatrix} r_{x_1 x_1} & r_{x_1 x_2} & \dots & r_{x_1 x_m} \\ r_{x_1 x_2} & r_{x_2 x_2} & \dots & r_{x_2 x_m} \\ r_{x_1 x_m} & r_{x_2 x_m} & \dots & r_{x_m x_m} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} r_{x_1 x_1} & r_{x_1 x_2} & \dots & r_{x_1 x_m} \\ r_{x_1 x_2} & r_{x_2 x_2} & \dots & r_{x_2 x_m} \\ r_{x_1 x_m} & r_{x_2 x_m} & \dots & r_{x_m x_m} \end{vmatrix}},$$

m – количество показателей качества в НПКП.

Пример. Определить ПК компрессора типа ГП для включения в НПКП при оценке их влияния на стоимость Y компрессоров на основе исходных данных, полученных из заводской отчетности (таблица 2.6) из следующего состава:

- производительность x_1 ;
- давления нагнетания x_2 ;
- число оборотов x_3 ;
- мощность на валу x_4 ;
- вес x_5 .

Таблица 2.6 – Исходные данные

№	Y	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
1	3614	0,71	100	736	41	1030
2	3702	0,71	100	735	41	1085
3	3430	12	3,5	740	46	1160
4	5612	12	3,5	740	46	1160
5	2608	6	18	740	49	1165
6	4223	12	3,5	735	49	1170
7	4122	6	18	735	50	1220
8	3660	13,9	5	740	48	1220
9	3769	10	8	740	50	1275
10	3792	6	30	740	60	1300
11	5834	10	8	735	58	1350
12	4890	20	2	740	55	1400
13	3772	8,25	17	740	68	1400
14	6662	10	8	735	57	1400
15	6046	5	70	740	60	1650
16	6156	5	70	735	60	1700
17	4918	6	3,5	740	60	1700
18	5667	3,5	735	60	60	1720
19	10705	8	15	500	161	3100
20	11288	18	18	500	151	3610
21	9941	20	18	500	164	3610
22	10284	40	3,5	500	160	3710
23	11266	30	8	500	154	3920
24	11681	20	18	500	165	4300
25	10687	70	1,9	500	160	4480
26	11075	20	35	500	180	4500
27	13299	13	150	500	180	5030
28	11666	16	70	500	180	5110
29	11973	20	30	500	196	5160
30	17362	8,15	53	500	182	6212

Величины коэффициентов парной корреляции, рассчитанные по формуле (2.4), приведены в таблице 2.7, значения в которой симметричны относительно диагонали.

Таблица 2.7 – Коэффициенты парной корреляции

	Y	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
Y	1	0,4274	0,2066	-0,9232	0,9041	0,9649
x_1	0,4274	1	-0,3133	-0,5638	0,5176	0,4880
x_2	0,2066	-0,3133	1	-0,1235	0,1531	0,2274
x_3	-0,9232	-0,5638	-0,1235	1	-0,9844	-0,9374
x_4	0,9041	0,5176	0,1531	-0,9844	1	0,9680
x_5	0,9649	0,4880	0,2274	-0,9374	0,9680	1

Из оценки влияния на стоимость компрессоров их показателей (первая строка таблицы) следует, что слабая корреляция имеет место между стоимостью и давлением нагнетания. Достоверность этого утверждения можно проверить, вычислив доверительный интервал по формуле (2.5): $0,1916 < r < 0,2147$.

Таким образом, значение коэффициента корреляции $r_{Yx_2} = 0,2066$ с вероятностью 0,95 может считаться случайным, т.е. находиться в интервале, в котором $r = 0$.

Вывод: влияние давления нагнетания на стоимость компрессора можно исключить.

Для оценки достаточности выбранного количества показателей, приведенных в табл. 2.6, вычислим значение коэффициента R по формуле (2.6):

$$r_{jk} = 0.000038, r_{\alpha\beta} = 0.000735, R = 0.95.$$

Таким образом, выбранного количества ПК достаточно для характеристики компрессоров типа ГП по стоимости.

Метод анализа затрат. Данный метод основан на том, что затраты на изготовление и эксплуатацию оборудования можно разделить по составляющим и в зависимости от их величины выбирать соответствующие показатели качества. Основными будут те ПК, которые в наибольшей степени отражают значительные элементные затраты на изготовление и эксплуатацию, т.е. выбор основных ПК осуществляется на основе стоимости как самого оборудования, так и изготовленной с его помощью продукции. Одновременно с выбором ПК определяется их весомость. Данный метод целесообразно применять к таким видам продукции, которые сами в процессе эксплуатации производят продукцию, т. е. можно достоверно определить полезный эффект (например, продукция машиностроения).

Затраты на изготовление и эксплуатацию оборудования в укрупненном виде можно представить в виде следующих формул:

1) суммарные затраты на изготовление единицы оборудования ($Z_{и}$):

$$Z_{и} = Z_{ио} + Z_{им} + Z_{ивм} + Z_{иэ} + Z_{ис} + Z_{ид} + Z_{из},$$

где $Z_{ио}$ – затраты на освоение производства;

$Z_{им}$ – затраты на основные материалы;

$Z_{ивм}$ – затраты на вспомогательные материалы;

$Z_{из}$ – затраты на электроэнергию;

$Z_{ис}$ – затраты на содержание и обслуживание используемого оборудования;

$Z_{из}$ – затраты на заработную плату и социальные отчисления;

$Z_{ид}$ – др. затраты;

2) суммарные затраты на эксплуатацию единицы оборудования за весь срок его службы (стоимость произведенной оборудованием продукции) Z_{Σ} :

$$Z_{\Sigma} = Z_{эм} + Z_{эвм} + Z_{ээ} + Z_{эс} + Z_{эз} + Z_{эк} + Z_{эд},$$

где $Z_{эм}$ – затраты на основные материалы;

$Z_{эвм}$ – затраты на вспомогательные материалы;

$Z_{ээ}$ – затраты на энергию;

$Z_{эс}$ – затраты на содержание и обслуживание используемого оборудования;

$Z_{эз}$ – затраты на заработную плату и социальные отчисления;

$Z_{эк}$ – косвенные затраты или потери из-за непредвиденных простоев (при необходимости);

$Z_{эд}$ – др. затраты.

В зависимости от конкретного вида оборудования может быть другое разделение затрат по экономическим элементам, а при необходимости некоторые значительные поэлементные затраты могут быть разделены на составляющие. Например, затраты на энергию во время эксплуатации могут состоять из затрат на электроэнергию, на горючее, на сжатый воздух и прочее.

При наличии необходимой информации о суммарных и поэлементных затратах на изготовление и эксплуатацию по всем образцам рассматриваемого оборудования определяются их средние значения, на основе которых вычисляются коэффициенты весомости ($K_{в}$) поэлементных затрат, посредством деления отдельных поэлементных затрат на суммарные затраты на изготовление и эксплуатацию. Таким образом, коэффициенты весомости отражают затраты за весь период существования оборудования. Они являются также главным критерием выбора основных ПК.

Для вычисления коэффициентов весомости сведения о затратах на изготовление оборудования всегда можно получить из статей калькуляции или из специального учета затрат по экономическим элементам.

Сложнее обстоит дело с данными о затратах на эксплуатацию оборудования за весь срок его службы, которые можно получить посредством наблюдения или расчетным путем, если известны отдельные поэлементные затраты на единицу выработанной продукции за весь срок службы оборудования.

При неполной информации о суммарных и поэлементных затратах на изготовление и эксплуатацию применяется упрощенный способ, основанный на двух предпосылках:

– для оборудования, изготовленного по аналогичным функциональным и конструктивным принципам, справедливо допущение, что соотношение между отдельными поэлементными затратами как на изготовление, так и эксплуатацию является достаточно стабильным (при их сильном отличии в абсолютном выраже-

нии);

— затраты на эксплуатацию средств производства за срок их службы намного превышают затраты на изготовление, и для аналогичных образцов оборудования имеет место достаточно стабильное соотношение этих затрат, называемое коэффициентом взаимной корреляции затрат на изготовление и эксплуатацию $K = Z_{\text{э}}/Z_{\text{и}}$.

Основываясь на этих предпосылках, для расчета коэффициентов весомости ($K_{\text{в}}$) поэлементных затрат конкретного оборудования достаточно знать величины отдельных поэлементных затрат в процентном отношении от суммарных затрат на изготовление и эксплуатацию.

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, и при выборе того или иного из них возможна некоторая доля субъективности.

Определение основных ПК методом экономического анализа затрат считается экономически обоснованным, если ПК отражают не менее 70 % всех затрат (т. е. сумма коэффициентов весомости, отражающих поэлементные затраты, должна быть не менее 0,7).

ЛЕКЦИЯ 3. ОСНОВЫ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ КАЧЕСТВА ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

3.1 Понятие оценки качества

В разговорной речи слово «оценка» означает как процесс получения некоторого значения показателя, так и само это значение. В квалиметрии процесс получения значения обозначают термином «оценивание».

Оценивание качества – это особый тип деятельности (управления), направленной на формирование ценностных суждений об объекте оценки, под которым подразумевается качество.

Оценка качества – это результат сравнения двух или большей совокупности показателей качества. Результат оценки всегда относителен. Оценка сопоставления показателей качества оцениваемой продукции с базовыми значениями может быть представлена в *количественной и качественной* форме.

В количественной форме оценка выражается одним числом, которое представляет собой значение комплексного показателя качества, отражающего определенную совокупность свойств продукции.

В качественной форме оценка представляется в виде утверждения о том, соответствует продукция по рассматриваемой совокупности свойств уровню требований определенного рынка, превосходит их или уступает им.

Конечной целью квалиметрической оценки различных объектов чаще всего бывает определение их технического уровня или уровня качества.

Технический уровень продукции – относительная характеристика продукции, основанная на сопоставлении значений показателей, характеризующих техническое (функциональное) совершенство оцениваемой продукции, с соответствующими базовыми показателями. Технический уровень тесно связан с понятием уровня качества при отсутствии четко выраженной границы.

Уровень качества продукции – относительная характеристика качества продукции, основанная на сравнении всей совокупности выделенных показателей качества продукции с их базовыми значениями.

Таким образом, понятие уровня качества является более широким, чем технический уровень, т. к. оно предусматривает сравнительную оценку рассматриваемого и базового образцов продукции по всей совокупности показателей качества, количественно характеризующих все выделенные свойства, определяющие качество объекта оценки.

Чаще всего технический уровень определяется при сопоставлении продукции с зарубежными образцами. Это связано с тем, что экономические показатели отечественной продукции сравнить с зарубежными бывает затруднительно, т. к. очень часто зарубежные экономические показатели разработки, изготовления и эксплуатации продукции вовсе не известны, а если известны, то их трудно сопоставить. Оценкой технического уровня ограничиваются на стадии проектирования продукции, т. к. на этом этапе бывает невозможно количественно оценить все показатели качества будущей продукции.

Термин технический уровень продукции традиционно использовался для характеристики качества машиностроительной продукции, но в последнее время его стали широко применять и в случае оценки качества некоторых других видов продукции (технический уровень синтетических волокон, горючих материалов и т. д.) Особенностью технического уровня является охват только показателей технического или функционального совершенства оцениваемой продукции, нестандартизованных пока терминологическими стандартами, поэтому нет четких критериев, по которым тот или иной показатель конкретного изделия может быть отнесен к показателям технического совершенства. К таким показателям принято относить показатели, существенно повышающие при их росте полезный эффект от использования продукции по назначению на основе современных научно-технических достижений.

Полезный эффект от использования продукции связан с показателями ее назначения, поэтому такие показатели являются показателями технического совершенства. Но нельзя отождествлять показатели технического совершенства только с показателями назначения. Техническое совершенство существенно отражается в показателях материалоемкости, энергоемкости, эргономичности, безопасности, т. д. Техническое совершенство достигается в результате использования оригинальных конструкторских решений, применения новых высокопрочных материалов, внедрения программных методов расчета, контроля, испытаний.

Если существует возможность установить экономические показатели качества, то можно говорить об определении *технико-экономического уровня качества*. Технико-экономический уровень характеризует экономическую целесообразность производства той или иной продукции.

На практике иногда сравниваются такие понятия, как высококачественная и годная продукция, которые не следует отождествлять. Годность продукции определяется соответствием ее показателей установленным техническим требованиям, уровень которых может существенно отставать от уровня лучших отечественных или зарубежных образцов. Уровень качества определяет соотношение свойств оцениваемой продукции со свойствами продукции, принятой в качестве исходной при сравнительной оценке качества, т. е. свойствами базового образца или эталона сравнения. Таким образом, годная продукция не всегда может характеризоваться высоким уровнем качества.

Оценка уровня качества является важным элементом при оценке конкурентоспособности продукции. Под *конкурентоспособностью* понимается способность продукции занять и удержать позицию на конкретном рынке в рассматриваемый период при конкуренции с другими товарами аналогичного назначения.

Конкурентоспособность зависит от многих факторов, в том числе таких, как:

- цена;
- затраты на эксплуатацию или потребление;
- предоставляемый сервис;

- реклама;
- имидж, авторитет фирмы;
- соотношение между спросом и предложением.

Показателем конкурентоспособности может служить доля продаж продукции при удовлетворении рыночного спроса на этот вид продукции в общем объеме реализации этого вида продукции на определенном рынке сбыта. Эта оценка является апостериорной. В качестве априорной может служить соответствующая экспертная оценка.

3.2 Последовательность операций оценивания уровня качества

Основная задача квалиметрии – разработка методик количественного оценивания качества объектов, используемых человеком, и способов выполнения отдельных операций в ходе этой разработки. Анализ множества отечественных и зарубежных методик оценки качества позволяет выявить среди них общие, существенные особенности, присущие подавляющему большинству. Логическое упорядочение этих особенностей позволяет сформулировать последовательность основных операций оценивания уровня качества продукции. В отдельных задачах (в зависимости от специфики производства и потребления оцениваемой продукции) те или операции основной схемы могут выпадать, однако целесообразность отказа от их выполнения каждый раз должна быть обоснована.

Последовательность основных операций представлена на рисунке 3.1.

Вся последовательность работ при разработке методики оценивания уровня качества состоит из трех этапов:

- 1) организация работы;
- 2) разработка вспомогательных материалов;
- 3) определение оценок качества конкретных образцов продукции.

На каждом этапе выполняются несколько из перечисленных операций. С подробной блок-схемой алгоритма квалиметрии и детальным изложением соответствующих операций и процедур можно ознакомиться в литературных источниках.

Все содержание квалиметрии сводится к разработке способов выполнения этих операций применительно к различным производственным и социально-экономическим ситуациям. Краткое содержание этих операций и связанные с ними задачи будут рассмотрены ниже.



Рисунок 3.1 – Последовательность операций при оценке уровня качества

3.3 Описание ситуации оценивания и установление цели оценки

Выполнением данной процедуры по существу обуславливается вся последующая стратегия разработки методики оценки качества.

Описание ситуации оценивания обязательно включает определение:

- объекта оценки, которым может являться группа однородной продукции, а может конкретное изделие, причем уникальное;
- этапов жизненного цикла продукции, для которых производится оценка, так как от этого зависит степень полноты учета свойств оцениваемой продукции;
- условий эксплуатации продукции, т. е. получить полное представление о воздействующих на продукцию в обычных условиях эксплуатации физических, химических, биологических и др. факторах;
- групп потребителей – лиц, предъявляющих одинаковые требования к оцениваемой продукции, – и указание тех из них, с чьих позиций будет произведено оценивание качества (например, потребителями медицинской техники являются обследуемые пациенты, врачи и персонал, осуществляющий техническое обслуживание и ремонт. Причем требования, предъявляемые к медицинской

технике каждой из этих групп, во многом не совпадут). Но даже внутри каждой группы могут существовать подгруппы потребителей, отличающиеся социально-демографическими характеристиками и в связи с этим предъявляющие к оцениваемому объекту неодинаковые требования. Поэтому необходимо изучить типологические особенности возможного потребителя, ибо *вне потребителя не имеет смысла само понятие оценки объекта*;

- лучших объектов, предназначенных для выполнения тех же функций, что и объекты, подлежащие оцениванию, с которыми может быть проведено сопоставление;

- сроков выполнения работы;

- нужна ли максимальная точность оценки;

- цели оценивания, т. е. решений, которые будут приняты в отношении оцениваемых объектов при тех или иных значениях комплексной оценки качества.

Кроме перечисленных, на данном этапе необходимо ответить на ряд других важных вопросов: существуют ли стандартные типоразмерные классификации для продукции; будет ли учитываться возможность модернизации продукции в процессе эксплуатации; нужно ли учитывать физический или моральный износ продукции или оба вида износа будут присутствовать одновременно; нужно ли учитывать патентно-правовые свойства и др.

В производственной практике возможны два основных вида оценки качества, которые принципиально отличаются по своим целям. Первый – это различные процедуры *контроля для подтверждения соответствия* нормативным требованиям, которые проводятся, чтобы принять *решение о возможности* производства, закупок, поставок и использования (эксплуатации) продукции. Кроме того, результаты контроля используются для устранения причин несоответствий и поиска возможностей улучшений как самой продукции, так и процессов её разработки, производства и использования. В другом случае оценка выполняется, чтобы получить *информацию о фактическом* качестве, т. е. о фактических значениях всех или некоторых *показателей качества*, а не только чтобы узнать соответствует продукция нормативным требованиям или нет. Можно указать, по крайней мере, четыре ситуации, когда проводится такая оценка.

1. Поставщику-продавцу необходимо убедить потенциального потребителя-покупателя (клиента, заказчика) в том, что качество предлагаемой продукции полностью отвечает его запросам и вполне конкурентоспособно (при предложенной цене), и вынудить его принять решение о закупке.

2. Потребителю необходимо выбрать один из образцов одной и той же однородной продукции, предлагаемых разными поставщиками, оптимальный по соотношению цены и качества, и принять решение о закупке (например, при конкурсных торгах или тендерах).

3. Поставщику в рамках бенчмаркинга (*постоянное изучение лучшего в практике прямых и непрямых конкурентов, сравнение собственной деятельности и её результатов с деятельностью и результатами успешных организа-*

ций) необходимо сравнить качество своей продукции с качеством аналогичной продукции, присутствующей на рынке, прежде всего, предлагаемой конкурентами. На основе этой информации могут быть приняты решения, касающиеся разных аспектов его деятельности, в том числе о целесообразности или о возможности улучшений, проектировании новой продукции.

4. Некая независимая организация проводит общенациональный, региональный или отраслевой конкурс качества продукции, по итогам которого принимается решение о номинации той или иной продукции.

Очевидно, что такой вид оценки – это существенно более сложная и ответственная задача, чем просто подтвердить соответствие нормативным требованиям, как это делается, например, при сертификации. Её решение требует выработки в той или иной форме представления о том, что является *лучшим, мировым, конкурентоспособным* качеством, а также критериев, по которым можно было бы проводить его сравнение.

От цели оценки в значительной степени зависят содержание и объем работы на этапах оценки уровня качества: перечень показателей качества, которые целесообразно рассматривать; методы, средства и точность определения значения этих показателей; форма обработки результатов оценки.

Описание ситуации оценивания трудно составить сразу, за один этап работы. Как правило, в ходе разработки МОК приходится неоднократно возвращаться к описанию ситуации оценивания и уточнять его.

После определения ситуации оценивания можно приступить к построению «дерева свойств» и выбору показателей качества, по которым осуществляется оценивание.

3.4 Выбор свойств и номенклатуры показателей при оценивании уровня качества

На этом этапе устанавливается перечень основных качественных и количественных характеристик потребительских свойств изделий, формирующих их качество.

Этот процесс базируется на непрерывном сборе и анализе информации, который, как правило, должен включать:

- проектный маркетинг качества;
- анализ собственного опыта проектирования, производства и поставок аналогичной продукции;
- анализ показателей качества аналогичной продукции, выпускаемой фирмами-конкурентами, в сравнении с собственной выпускаемой и проектируемой продукцией (бенчмаркинг), в том числе, анализ дефектов и отказов;
- анализ обязательных требований к проектируемой продукции, установленных в отечественных, международных и зарубежных законодательных актах и технических регламентах;

- анализ литературы по вопросам эксплуатации продукции и показателей качества, установленных для аналогичной продукции в технических документах зарубежных организаций (стандартах, спецификациях и т. п.);
- анализ российских и зарубежных патентов;
- опрос экспертов;
- анализ условий использования (эксплуатации) продукции.

Проектный маркетинг качества – исследование, которое обычно включает анализ и определение (уточнение, прогнозирование) характеристик рынка, влияющих на выбор требований к качеству:

- возможные потребители продукции, намечаемой к разработке;
- ёмкость рынка применительно к возможным потребителям и его особенности (например, сезонность);
- потребность и удовлетворенность потребителей аналогичной продукцией, присутствующей на рынке;
- требования к качеству разрабатываемой продукции, которые обычно предъявляют или могут предъявить возможные потребители;
- фирмы, предлагающие аналогичную продукцию, и их доли рынка.

При сборе информации используют различные виды опросов потребителей, основанные на определенных *статистических* допущениях в части объемов и состава выборок и на статистической же обработке результатов опросов. При этом используются различные формы анкет. Анализ информации предполагает также проведение анализа опубликованных данных (периодика, монографии, статистика).

Анализ собственного опыта проектирования, производства и поставок аналогичной продукции должен дать ответы на вопросы:

- какова удовлетворенность потребителей уже выпускаемой продукцией и с чем связана их неудовлетворенность;
- в какой мере установленные для уже выпускаемой продукции требования к качеству, в том числе по уровню дефектности, соответствуют требованиям возможных потребителей, выявленным при проектном маркетинге;
- готово ли проектирование и производство воспринять и удовлетворить новые требования к качеству возможных потребителей;
- какова стоимость перехода на новые требования к качеству.

Анализ показателей качества аналогичной продукции, выпускаемой фирмами-конкурентами, в сравнении с выпускаемой и проектируемой продукцией позволяет выявлять и использовать в своей работе то, что другие делают лучше. Объектами сравнения могут быть самые разные аспекты деятельности, например, производительность труда или затраты на единицу продукции. Среди возможных объектов сравнения находятся также и показатели качества продукции. К ним относятся не только, например, известные показатели надежности или безопасности, производительности или энергопотребления, но и характеристики дефектности, встречавшиеся отказы и аварии при эксплуатации.

Анализ обязательных требований включает оценку требований к разрабатываемой продукции, установленных как обязательные в законодательных и нормативных документах (законах, технических регламентах, стандартах и др.), действующих как в Республике Беларусь, так и за рубежом. Как правило, такие требования распространяются на безопасность здоровья изготовителей и потребителей; охрану окружающей среды; защиту информации; взаимозаменяемость (в том числе на размеры резьб, посадок и других сопряжений деталей машин и приборов); совместимость механических, физических и химических параметров; обеспечение единства результатов контроля, в том числе измерений и испытаний; условия использования (эксплуатации) продукции.

Анализ и определение характеристик качества, установленных для аналогичной продукции в технических документах за рубежом предполагает изучение международных, региональных, национальных документов других стран, которые определяют требования к отдельным видам продукции.

Анализ патентов является обычным каналом поиска новых технических решений, хотя в отечественной практике во вновь разрабатываемой продукции чаще стараются использовать собственные изобретения.

Анализ и определение условий использования (эксплуатации) продукции дает возможность правильно выбрать условия её испытаний. Условия использования и эксплуатации включают:

- состав окружающей среды (почва, грунт, жидкость, газ, их сочетания и т. д.);
- характеристики окружающей среды (твёрдость, температура, давление, влажность, коррозионное воздействие, радиация и т. д.);
- режимы функционирования, включая режимы рабочих процессов и режимы работы и остановок;
- воздействия, возникающие при функционировании (вибрация, шум, радиация, давление, температура и т. п.);
- режимы транспортирования;
- режимы хранения.

В практике испытаний, в нормативно-технической и проектной документации используют понятие о внешних воздействующих факторах (ВВФ). В соответствии с ГОСТ 26883-86 «Внешние воздействующие факторы. Термины и определения» под внешними воздействующими факторами понимаются явления, процессы или среды, внешние по отношению к изделию или его составным частям, характеризующиеся физическими величинами, которые вызывают или могут вызвать ограничение или потерю работоспособного состояния изделия или его переход в предельное состояние в процессе эксплуатации. К ВВФ обычно относят факторы природной окружающей среды и факторы производственной среды, возникающей при функционировании, транспортировании и хранении объекта. Номенклатура и характеристики ВВФ стандартизованы, что обеспечивает сопоставимость условий эксплуатации и результатов анализа и испытаний.

Формирование номенклатуры потребительских показателей качества товаров проводится на основе анализа их потребительских свойств, используя описание ситуации оценивания. Структура потребительских свойств и показателей качества уточняется в зависимости от назначения отдельные групп товаров и выполняемых ими функций в качестве предметов потребления. При выборе номенклатуры показателей качества конкретного изделия можно использовать типовую номенклатуру показателей качества.

Правила построения «дерева свойств» были рассмотрены в разделе 2.1.

Подробно порядок и методы выбора номенклатуры показателей качества рассмотрены в разделах 2.5, 2.6.

3.5 Квалиметрические шкалы

3.5.1 Требования к квалиметрическим шкалам

Различные проявления единичных показателей образуют градации. Если градации определены с помощью словесных описаний, рисунков, эталонов и т. п., то соответствующие показатели называют «качественными». Например, перечень видов стружки, возникающих при резании (сливная, стружка скалывания, стружка надлома), набор изображений, представляющих последовательные стадии развития деформаций или износа – есть перечни градаций качественных показателей.

Показатели, проявления которых регистрируют в числовой форме, называют «количественными». Таковы температура объекта, гарантийный срок службы изделия (ресурс), громкость звука и т. п. Получаемые при этом числа также, по сути, представляют собой градации, диапазон которых определен точностью регистрации, включая округление.

Однако в практических задачах квалиметрии градации количественных показателей часто выбирают не равными по ширине числового диапазона, а исходя из удобства выполнения дальнейших экспертных и расчетных операций. Например, при оценивании качества условий труда на рабочем участке температура может быть оценена по таким градациям: до 18 °С, 18-25 °С, 25-28 °С, более 28 °С.

Совокупность градаций, исчерпывающая все возможные в данной задаче проявления показателя, образует шкалу его измерения. Измерить проявление показателя в каком-либо объекте, значит отождествить выраженность этого показателя в объекте с одной из градаций шкалы измерения.

Шкала – это упорядоченный ряд отметок, соответствующий соотношению последовательных значений измеряемых величин.

Практически используют пять видов квалиметрических шкал, отличающихся характером зависимости между градациями свойств:

- наименований (эквивалентности, классификационная, номинальная);
- порядка (ранговая);
- интервалов (разности, дистанций);

- отношений (пропорциональности, подобия);
- абсолютные.

С типом шкалы связан определенный круг допустимых операций статистической обработки получаемых с ее помощью оценок, причем шкала наименований предоставляет в этом отношении минимальные возможности, а шкала отношений – максимальные.

Составление шкалы измерения качественного показателя включает:

- 1) выбор типа шкалы (из числа указанных выше), исходя из возможностей способа измерения;
- 2) выражение различных проявлений показателя некоторой совокупностью стандартных терминов; с использованием нормативных документов, литературы, посвященной эксплуатации оцениваемых объектов и опросу экспертов, составляют наиболее подробный перечень словесных (рисуночных или иных качественных) описаний оцениваемого показателя;
- 3) составление четкого описания способа измерения показателя, чтобы по возможности избежать проявления субъективизма в трактовке условий оценивания признака экспертами.

Смысл всех этих требований – обеспечить индивидуальную и групповую воспроизводимость оценок, так как оценивание по качественным шкалам проводится в основном экспертами.

Для получения экспертных оценок по соответствующим шкалам к ним предъявляют следующие требования:

1. *Воспроизводимость (η)* – это частость (доля в общем количестве) совпадения оценок, назначенных одним и тем же экспертом («индивидуальная» воспроизводимость) или же разными экспертами («групповая» воспроизводимость), использующими данную шкалу при определении проявления показателя в одном и том же объекте, но в различных условиях.

Если назначение оценок происходит в фиксированных условиях, то ту же характеристику называют «устойчивостью» или «точностью».

Допустим, что из 10 экспертов, оценивающих проявление показателя, 9 предложили совпадающие оценки. Тогда воспроизводимость той градации, где оценки совпали, $\eta = 9 : 10 = 0,9$.

Полная воспроизводимость $\eta = 1$ означает, что все специалисты при оценивании проявления показателя в любом конкретном объекте назначают совпадающие оценки.

Однако описание градаций, обеспечивающее высокую воспроизводимость, встречается редко, преимущественно в тех ситуациях, когда неправильная оценка связана с тяжелыми финансовыми потерями или конфликтными ситуациями. Например, при оценивании качества выполнения упражнений в спорте.

В обычной квалиметрии технических и других объектов промышленного производства «хорошей» считают воспроизводимость с $\eta > 0,9$ и «удовлетворительной» с $\eta > 0,8$. В практических разработках описания градаций с воспроизводимостью ниже 0,8 нельзя считать удовлетворительно отработанными, т. к.

возможные ошибки сводят на нет всю работу по созданию квалиметрической методики.

Воспроизводимость качественных оценок решающим образом зависит от подробности описания проявления соответствующих градаций. Анализ материала, собранного с применением плохо воспроизводимой шкалы, также не приведет к надежным оценкам качества оцениваемого объекта.

2. *Чувствительность (подробность) шкал.* Приступая к составлению описаний показателей качества объекта, разработчик не всегда имеет полные сведения о том, какая именно информация о показателе окажется полезной. Поэтому шкалу измерения показателя следует составлять возможно более чувствительной (подробной). Чувствительность шкалы тем больше, чем больше число различных проявлений показателя, которые могут быть зарегистрированы с ее помощью. Если же эти требования не выполнены, то повышение чувствительности шкалы приводит к снижению ее воспроизводимости.

3. *Валидность (обоснованность) шкал.* Валидностью называют способность шкалы измерять проявление именно того свойства, которое имеет в виду разработчик методики оценивания качества, не смешивая это свойство с другими. В технических областях приложения квалиметрии большая часть шкал опирается на физические (статистические, инструментальные) принципы измерений и шкала не может быть не валидной. Сам способ измерений определяет некоторое свойство, составляющее качество, как бы это свойство не называли. Например, «наработка на отказ», «твердость материала» и т. п. Но встречаются свойства, шкалы которых, иной раз составленные небрежно, используют понятия, которые могут быть отнесены к двум и более свойствам. И тогда требуется доработка шкалы и выполнение каких-либо работ по доказательству того, что измеряется именно то свойство, которое имеется в виду.

Для шкал, оценивание по которым производят инструментальными или статистическими способами, требования, по существу, остаются теми же, но используются несколько другие характеристики соответствия этим требованиям.

3.5.2 Виды квалиметрических шкал

Как было сказано выше, в квалиметрии используют пять видов шкал: наименований, порядка, интервалов, отношений и абсолютные.

В тех случаях, когда несколько неизвестных размеров необходимо сопоставить с одним и определить, какие из них равны размеру, выбранному за базу для сравнения, а какие нет, используют **шкалу наименований**. По шкале наименований классифицируют размеры по признаку эквивалентности, тождества, равенства. Такое измерение является наиболее простым, но наименее информативным. При этом не определяется, какой из неодинаковых размеров больше или меньше размера, принятого за базовый, т. е. порядок возрастания или уменьшения размеров не устанавливается. Измерение заключается только в определении одинаковости или отличия того или иного размера от заранее оп-

ределенного значения. Следовательно, определяющие отношения между измеряемыми размерами таковы: равны или не равны, т. е. в символах (=) или ($\neq$).

При сопоставлении и измерении размеров по шкале наименований осуществляется, например, контроль и оценка качества чего-либо по альтернативному принципу: годен – не годен; подходит – не подходит; соответствует – не соответствует и т. п.

Шкала, содержащая две градации "есть" и "нет", называется дихотомической шкалой.

Шкала порядка – это последовательный ряд значений, дающий систематизированное представление о простейших соотношениях величин сопоставляемых размеров свойств, признаков или качеств в целом оцениваемых объектов.

При попарном сопоставлении всех измеряемых размеров устанавливают, какой размер больше или меньше другого, какой лучше или хуже другого. Если имеются одинаковые размеры, то это соотношение также устанавливается. Далее установленные соотношения размеров *ранжируются* в порядке возрастания и/или убывания (уменьшения) их величин. Сами величины при этом остаются неопределенными. Полученный в результате ранжирования ряд значений является шкалой порядка возрастающей или убывающей последовательности.

По шкалам порядка значения размеров могут быть классифицированы (оценены) не только по критерию «одинаковы или нет», но и по соотношению, что «больше или меньше» другого или «что лучше, а что хуже» другого.

В результате сопоставления размеров определяют, какой размер больше или меньше другого, а также какие размеры имеют одинаковые значения, т. е. по шкале порядка определяют следующие соотношения: равно ($=$), не равно ($\neq$), больше ($>$), меньше ($<$).

Недостаток шкал состоит в том, что сопоставляются между собой величины, численные значения которых неизвестны. Оценки по таким шкалам являются малоинформативными. Они не дают возможности определить, во сколько раз один размер больше или меньше другого.

Однако главным преимуществом измерений с использованием шкал порядка является то, что с их помощью инструментально неизмеряемые величины все же можно оценить (измерить) количественно.

Например, показатели "интенсивность окраски" ("яркая", "обычная", "тусклая"), "моральный износ оборудования" ("незначительный", "умеренный", "недопустимый") имеют шкалы порядка.

С целью увеличения достоверности и объективности измерений методом ранжирования часто в шкалу порядка вводятся ранжированные реперные (опорные) точки, с помощью которых определяются ранг или также безразмерный балл измеряемой величины. Такая шкала называется *реперной шкалой порядка*.

Примером измерения по десятибалльной реперной шкале порядка является определение твердостей минералов. Реперные точки твердостей: тальк – 1 балл, гипс – 2 балла, кальцит – 3 балла, флюорит – 4 балла, апатит – 5 баллов,

ортоклаз – 6 баллов, кварц – 7 баллов, топаз – 8 баллов, корунд – 9 баллов, алмаз – 10 баллов. Перечисленные минералы приняты в качестве эталонных, и по отношению к их твердостям оценивается твердость оцениваемого минерала. Если эталон, имеющий твердость n баллов, царапает поверхность исследуемого минерала, а исследуемый образец царапает эталон с твердостью $(n - 1)$ баллов, то оцениваемая твердость считается равной $(n - 1)$.

Широкое применение шкалы порядка получили при измерениях в социальной сфере, в области интеллектуального труда, в искусстве и гуманитарных науках, где использование точных метрологических методов измерений затруднено или практически невозможно. К измеряемым по шкалам порядка относятся такие свойства объектов, как вкус, запах, привлекательность, эстетичность, комфортабельность и многие другие. По шкале порядка часто производят и общие экспертные оценки качества нескольких сопоставляемых объектов.

Анализ шкалы порядка позволяет осуществлять некоторые логические выводы. Например, если известно, что $P1 > P2$, а $P2 > P3$, то, следовательно, и $P1 > P3$. Эта возможность выполнения логических операций на основе данных шкалы порядка называется свойством *транзитивности*.

Во многих случаях нет возможности измерить сами размеры наблюдаемых величин, но возможно измерить только отличия (разницы) между познаваемыми сопоставляемыми размерами. При этом используется **шкала интервалов**.

На измерительной шкале интервалов фиксируются отличия сопоставляемых размеров. Эта форма отображения величин измеряемого является более совершенной, так как на шкале интервалов есть условные, но вполне определенные единицы измерений, что позволяет количественно (численно) охарактеризовать соотношение исследуемых размеров.

По шкале интервалов определяют такие соотношения размеров, как равно ($=$), не равно ($\neq$), больше ($>$), меньше ($<$), сумма ($+$), разность ($-$). Следовательно, здесь определено отношение порядка и эквивалентности не только между размерами характеристик качества, но и между расстояниями между ними на шкале измерений.

Несмотря на значительную неопределенность измеряемых разностей размеров в условных единицах, результаты измерений по шкале интервалов более информативны по сравнению с измерениями по шкале порядка, так как они позволяют не только установить, что один размер больше или меньше другого, но и численно определить, на сколько единиц (мер) отличаются исследуемые размеры один от другого.

С данными, полученными по шкале интервалов, можно производить не только логические, но и арифметические действия, складывать и вычитать величины. Однако по шкале интервалов нельзя определить, во сколько раз данный размер больше или меньше другого, так как неизвестными остаются величины сопоставляемых размеров.

Начало отсчета на шкале интервалов устанавливается произвольно. При этом так же произвольно выбирается единица измерений интервалов – их вели-

чины на шкале измерений. Часто за единицу измерений принимают наименьший интервал сопоставляемых размеров.

Зачастую с целью приближения единицы измерений по шкале интервалов к реальности за меру измеряемых интервалов берут долю или некоторую часть какого-либо (предпочтительного) интервала размеров. Для этого на шкале измерений устанавливают две реперные точки, расстояние между которыми выражает разницу двух выбранных размеров. Промежуток между реперными точками градуируется, т. е. делится на равные или (реже) пропорциональные части.

Классическим примером измерений по шкале интервалов с двумя реперными точками является измерение температур по шкале Цельсия. Здесь в качестве опорных размеров взяты температуры замерзания (таяния льда) и кипения чистой воды. Интервал между этими температурами разделен на 100 равных частей. Одна часть, принятая за единицу измерения температур, была названа градусом. Шкала Цельсия неограниченно распространяется за пределы температур 0–100 °С при условии, что любые значения температур измеряются единицами, равными 1/100 интервала температур от замерзания до кипения воды.

В интервальной шкале Рюмера для измерения температуры в качестве реперной точки с нулевым значением показателя также принята температура таяния льда, а за интервал масштаба – температуры от точки таяния льда до температуры кипения воды. Однако этот интервал масштаба разделен не на 100 частей, как в системе Цельсия, а на 80 градаций (градусов).

Примерами шкал интервалов с одной реперной точкой являются календари летоисчислений. В христианском календаре за нулевую точку отсчета принят год рождения Христа («от рождества Христова»). До 5 (15) октября 1582 года был только один календарь – юлианский. Григорианский календарь в католических странах был введен папой Григорием XIII 4 октября 1582 года взамен старого юлианского: следующим днём после четверга 4 октября стала пятница 15 октября (дней с 5 по 14 октября 1582 в григорианском календаре нет). В России григорианский календарь введен в 1918 году декретом Совнаркома, согласно которому в 1918 году после 31 января следовало 14 февраля.

Ввиду неопределенности (условности) начала отсчета математические операции умножения и деления результатов измерений, полученных с помощью шкал интервалов, осуществить нельзя, следовательно, нет возможности определить, во сколько раз один размер больше или меньше другого.

Шкала отношений – это шкала интервалов, в которой определен нулевой элемент – начало отсчета, а также размер (масштаб) единицы измерений.

В шкале отношений определяются все математические операции: равно (=), не равно ($\neq$), больше ($>$), меньше ($<$), сумма (+), разность размеров ($-$), умножение ($\times$), деление ($:$). Следовательно, с относительными величинами измеряемых размеров можно проводить многие логические и все арифметические действия.

Шкала отношений универсальна: по ней можно сформировать ранжированные ряды (шкалы порядка) возрастающих или сокращающихся размеров,

вычислить интервалы отличий (как и по шкале интервалов) тех размеров, которые измерены по шкале отношений и определить численные значения измеренных размеров в относительных величинах.

Шкала отношений наиболее приемлема для измерений большинства показателей качества, особенно для таких численных характеристик, как геометрические размеры объектов, их плотность, сила, напряжение, частота колебаний и прочих.

Во многих случаях измеряется величина чего-либо напрямую. Например, непосредственно подсчитывается число дефектов в изделии, количество единиц произведенной продукции, сколько студентов присутствует на лекции, количество прожитых лет и т. д. При таких измерениях на измерительной шкале отмечаются абсолютные количественные значения измеряемого. Такая **шкала абсолютных значений** обладает теми же свойствами, что и шкала отношений, с той лишь разницей, что величины, обозначенные на этой шкале, имеют абсолютные, а не относительные значения.

Результаты измерений по шкале абсолютных величин имеют наибольшую достоверность, информативность и чувствительность к неточностям измерений.

Шкалы интервалов, отношений и абсолютных величин называются метрическими, так как при их построении используются меры, т. е. размеры, принятые в качестве единиц измерений.

Сводные сведения о шкалах представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Характеристика квалиметрических шкал

Квалиметрические шкалы	Шкалы наименований	Шкалы порядка (ранговые)	Метрические шкалы	
			Шкалы интервалов	Шкалы отношений и абсолютные
1	2	3	4	5
Характеристика шкалы	Числа или другие символы шкалы используются только для классификации исследуемых объектов	Можно установить, что свойство одного объекта находится в некотором отношении со свойством другого объекта.	Порядковая шкала с известными расстояниями между двумя любыми числами на шкале: нулевая точка шкалы и оценочная единица выбираются произвольно.	Интервальная шкала, но с фиксированной нулевой точкой. Отношение любых двух точек шкалы не зависит от оценочной единицы
Определяемые отношения	Эквивалентность ($=$, $\neq$)	Эквивалентность и больше чем (меньше чем) ($=$, $\neq$; $>$, $<$)	Эквивалентность и больше чем (меньше чем); известно отношение любых двух интервалов ($=$, $\neq$; $>$, $<$; $+$, $-$)	Эквивалентность и больше чем (меньше чем); известно отношение любых двух интервалов и любых двух точек ($=$, $\neq$, $>$, $<$, $+$, $-$; $\times$, $:$)

Окончание таблицы 3.1

1	2	3	4	5
Информативность результатов измерения	низкая	средняя	высокая	наивысшая
Чувствительность к погрешностям	низкая	средняя	высокая	наивысшая

3.6 Выбор базовых образцов продукции

Базовым образцом называют обычно реально достижимую совокупность оптимальных значений показателей качества, принимаемую для сравнения при оценивании качества продукции. Кроме того, базовым образцом может служить выпускаемое или планируемое к освоению изделие, совокупность показателей качества которого, выраженных в количественной или качественной форме, используется для сравнения при оценивании качества продукции.

От выбора базового образца в значительной степени зависят результат оценки уровня продукции и принимаемое решение.

В качестве базовых образцов могут выступать:

- совокупность значений показателей, фиксируемых в государственных стандартах, технических условиях, стандартах СЭВ, ИСО и других документах, в которых заданы или регламентированы требования к качеству товаров;
- перспективные образцы и реальные проектные разработки (технические задания, рабочие или технические проекты), в которых учтены основные тенденции развития конструктивно-технических, функциональных и художественно-эстетических решений данного вида товаров;
- изделия отечественного и зарубежного производства, потребительские показатели качества которых соответствуют лучшим мировым достижениям (или превосходят их) и обеспечивают максимальную эффективность потребления.

Если, например, за базовый образец предполагается принять конкретное изделие, то эксперты предварительно отбирают изделия, аналогичные оцениваемому по потребительскому классу, пользующиеся устойчивым спросом в стране и конкурентоспособные на внешнем рынке. В группу аналогов включают:

- а) при оценке разрабатываемой продукции – перспективные и экспериментальные образцы, поступление которых на мировой рынок прогнозируется на период выпуска оцениваемой продукции; значения показателей качества перспективных образцов прогнозируются на период выпуска разрабатываемой продукции;
- б) при оценке выпускаемой (производимой) продукции – реальные образцы, реализуемые на мировом рынке; значения показателей качества образцов устанавливаются на основе имеющейся на них документации;
- в) при оценке эксплуатируемой продукции – лучшие (по оценкам экспертов) образцы, используемые обычно не менее 5 лет при выполнении тех же функций, что и оцениваемый образец.

Значения показателей перспективных образцов берутся из проспектов фирм или прогнозируются на основе патентных исследований, анализа тенденций изменения значений показателей, оценивания сроков реализации перспективных технических решений, направленных на улучшение показателей качества данного вида продукции.

Значения показателей реальных образцов устанавливают по имеющейся на них документации или по результатам испытаний.

Оценивая выпускаемую продукцию, нельзя принимать в качестве аналогов единичные рекламные или экспериментальные образцы продукции, не основанные производством.

Для подбора аналогов используются материалы анализа и комплексных экспертиз качества изделий данного вида, в том числе изделий, признанных лучшими на международных выставках, конкурсах, информация о результатах потребительских оценок, выполненных зарубежными потребительскими организациями и т. д. В процессе анализа изделий-аналогов устанавливается их потребительская ценность, которая служит критерием их ранжирования. Из полученного ранжированного ряда и выделяются образцы, принимаемые за базовые.

Общий порядок установления базового образца включает следующие основные этапы:

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

- 2) выбор классификационных показателей качества и группы аналогичных изделий;

- 3) обоснование и принятие метода выбора базового образца из группы отобранных образцов;

- 4) определение совокупности реальных значений классификационных показателей качества или итогового обобщенного показателя для образца, принимаемого за базовый.

Базовый образец выбирается на основе принятого критерия. Таким критерием может, например, служить наибольшее значение интегрального показателя качества продукции, представляющего собой отношение полезного эффекта от эксплуатации или потребления продукции (выраженного в натуральных единицах измерения) к суммарным затратам на ее создание и эксплуатацию или потребление.

Многие виды изделий представлены на рынке сбыта в виде большой номенклатуры моделей, отличающихся показателями качества и выпускаемых различными изготовителями этой продукции. В связи с этим возникает вопрос о *кластеризации базовых изделий* по трем уровням: высший, средний и низший.

Выбор базовых образцов *высшего уровня* осуществляется следующим образом: аналог не признается базовым изделием, если при сопоставлении с другим аналогом он уступает ему хотя бы по одному показателю, не превос-

ходя его ни по какому-либо из остальных; оба сопоставляемых аналога остаются для сопоставления с другими аналогами, если по одним показателям оказывается лучше один аналог, а по другим – другой. При этом значения некоторых показателей у этих аналогов могут совпадать. В результате попарного сопоставления всех аналогов остаются аналоги, каждый из которых не уступает ни одному из остальных по совокупности оценочных показателей. Эти аналоги являются базовыми объектами высшего уровня.

Выделение базовых объектов *низшего уровня* осуществляется следующим образом: аналог не признается базовым изделием, если при сопоставлении с другим аналогом он превосходит его хотя бы по одному показателю, не уступая ему ни по какому-либо из остальных; оба сопоставляемых аналога остаются для сопоставления с другими аналогами, если по одним показателям оказывается хуже один аналог, а по другим – другой. При этом значения некоторых показателей у этих аналогов могут совпадать. В результате попарного сопоставления всех аналогов остаются аналоги, каждый из которых не превосходит ни один из остальных по совокупности оценочных показателей. Эти аналоги являются базовыми объектами низшего уровня.

В среднюю группу входят аналоги, оставшиеся после отбора аналогов, относящихся к высшей и низшей группам.

В зависимости от того, на каком уровне собирается конкурировать разработчик или изготовитель продукции, осуществляющий оценку уровня качества своей продукции, выбираются аналоги высшего, среднего или низшего уровня.

Выбранные базовые образцы используются для определения базовых показателей качества товаров. Методы определения базовых и оцениваемых значений показателей, а также единицы их измерения должны быть идентичными, чтобы обеспечить сопоставимость.

Оптимальными называются такие значения показателей качества продукции, при которых достигается либо наибольший эффект от эксплуатации продукции при заданных затратах на ее создание и эксплуатацию, либо заданный эффект при наименьших затратах, либо наибольшее отношение эффекта к затратам.

При проведении оценки различают *классификационные, ограничительные и оценочные* показатели.

Классификационные показатели характеризуют назначение и область применения данного вида продукции. По значениям этих показателей подбирают группу аналогов оцениваемой продукции.

К классификационным показателям относятся:

- 1) показатели, устанавливающие параметрический ряд типоразмеров продукции (например, грузоподъемность автомобиля, тяговая мощность двигателя и т. п.);
- 2) показатели наличия дополнительных устройств или свойств продукции (часы с календарем, часы пыле-, влагозащитные; продукт очищенный и т.п.);
- 3) показатели, определяющие класс продукции или группу ее потребителей (радиоприемник переносной, туфли детские, часы мужские и т. п.);

- 4) показатели исполнения продукции, определяющие область или условия ее применения (например, тропическое исполнение, аппаратура для работы под водой, в условиях излучений и т. п.).

Ограничительные показатели – это показатели безопасности и экологичности, значения которых должны удовлетворять требованиям международных и отечественных стандартов, других нормативных актов, например законов.

Оценочные показатели характеризуют свойства продукции, связанные с ее способностью удовлетворять определенные потребности, и используются для сопоставления образцов продукции.

К оценочным показателям могут быть отнесены:

- показатели, определяющие функциональную пригодность продукции удовлетворять заданные потребности (например, показатели назначения, надежности, эргономичности, эстетичности);
- показатели, определяющие материальные затраты ресурсов, при создании и применении продукции на формирование, обеспечение и реализацию ее качества (например, показатели ресурсопотребления при производстве или эксплуатации продукции).

Каждый оценочный показатель *характеризуется направлением его влияния на качество продукции*: если повышению качества продукции соответствует увеличение значений показателей, то их называют *позитивными*, если уменьшение – *негативными*.

3.7 Методы определения численных значений показателей качества

Так как качество объекта проявляется в первую очередь через его свойства, то необходимо определить перечень этих свойств и измерить или оценить показатели, характеризующие эти свойства. Методы определения значений показателей качества товаров *по способу получения информации* подразделяют на две группы:

- 1) методы с использованием объективных способов измерения (измерительный, регистрационный, расчетный);
- 2) методы с использованием эвристических способов оценки (органолептический, экспертный, социологический).

Измерительный метод основан на информации, получаемой с использованием измерительной техники. Основным достоинством измерительного метода является объективность. Этот метод позволяет получать легко воспроизводимые числовые значения свойств и показателей качества, которые выражаются в конкретных единицах: граммах, литрах, ньютонах и т. д. К недостаткам этого метода следует отнести сложность и длительность некоторых измерений, а в ряде случаев и необходимость разрушения образцов.

При оценивании качества промышленной продукции широко используются *механические методы*, например, динамометрия, релаксометрия, определение гибкости, твердости, ударной вязкости и др. С их помощью определяют различные формы проявления деформационно-прочностных свойств материа-

лов и товаров, т. е. свойств, которые во многом определяют качество любого товара. Измерение показателей механических свойств сопровождается, как правило, разрушением образца.

Наиболее многочисленную группу представляют *физические методы*. Они используются для определения показателей различных физических свойств товаров: термических, оптических, электрических, структурных и многих других. В товароведении используют, например, такие распространенные физические методы, как оптическая и электронная микроскопия, спектроскопия, рентгеноскопия, электрометрия, рефлектометрия, термометрия, хромотография и др. Измерения физических свойств в зависимости от метода испытания могут происходить как с разрушением, так и без разрушения образцов.

Химическими методами пользуются для количественной или качественной характеристики различных свойств товаров (структуры, отношения к действию различных реагентов, окружающей среды). Широко применяют методы неорганической, органической, коллоидной, физической химии и др. К примеру, пробу золота можно определить (проверить) методом аналитической химии, содержание зольных веществ в коже – методом, заимствованным из органической химии.

Биологические методы применяют для качественной и количественной характеристики биохимических, биологических и микробиологических свойств товаров органического происхождения (кожаная и валяная обувь, ткани шерстяные, хлопчатобумажные, шелковые и т. д.) с целью выяснения их устойчивости к воздействиям внешней среды (например, определение аминокислотного состава), насекомых и микроорганизмов.

Регистрационный метод основан на использовании информации, полученной путем подсчета числа определенных событий, случаев, предметов или затрат. Применяется довольно широко, например, при опытной носке регистрируется количество дней до заданного износа, при испытании телевизоров – количество отказов за определенный период работы, при создании и эксплуатации изделий – соответствующие затраты, а также патентно-правовые показатели и т. д.

В основе *расчетного метода* лежит получение информации расчетным путем. Показатели качества рассчитываются с помощью математических моделей (формул) по параметрам, найденным с помощью других методов, например измерительным методом, или полученным из теоретических и эмпирических зависимостей. Этим методом широко пользуются в товароведных исследованиях для расчета производных показателей качества разрывного напряжения, безотказности, долговечности и т. д.

Органолептические методы основаны на использовании информации, получаемой с помощью органов чувств человека (зрения, слуха, обоняния, осязания и вкуса). При этом не исключается возможность использования некоторых технических средств, повышающих разрешающую способность органов чувств человека, например, лупы, микрофона.

Для метода характерны сложные физиолого-психологические основы, что предопределяет его субъективизм.

Обычно органолептическим методом оценивают показатели в баллах, т. е. по шкале желательности, например, очень красивый внешний вид – 5 баллов, красивый – 4, хороший – 3, удовлетворительный – 2, плохой – 0.

В некоторых случаях оценке показателя в баллах предшествует качественное описание его выраженности, т. е. его измерение по шкале интенсивности, например, выражен очень сильно, сильно, умеренно, мало, совсем не выражен.

К достоинствам органолептического метода следует отнести его доступность и простоту, а также «незаменимость» при оценке таких показателей, как запах, внешний вид, вкус. К недостаткам органолептических методов относятся субъективизм оценки, относительное выражение ее результатов в безразмерных величинах (цвет – зеленый, красный и т. д., вкус – сладкий выраженный, маловыраженный, безвкусный и т. п.), несопоставимость и недостаточная воспроизводимость результатов.

Смягчить указанные недостатки могут следующие приемы: обучение экспертов правилам оценки основных органолептических показателей (цвета, вкуса, запаха, консистенции), соблюдение условий проведения органолептической оценки, разработка и использование шкалы баллов по конкретным товарам, проведение оценки специально сформированными группами экспертов, проверенными на сенсорную чувствительность.

Органолептические показатели определяют в такой последовательности: сначала определяют внешний вид, а затем цвет, запах, консистенцию и вкус.

Визуальным методом определяют внешний вид и цвет. Внешний вид является комплексным показателем, который включает форму, цвет (окраску), состояние поверхности, целостность и определяется визуально. У отдельных видов продукции комплексный показатель «внешний вид» дополняется специфическими показателями. К ним относят состояние тары, упаковки, свежесть (хлеб, плоды и овощи), состояние отдельных компонентов (рассола или заливки), прозрачность (безалкогольные напитки, растительное масло) и т. д.

При определении цвета устанавливают различные отклонения от цвета, специфического для данного вида продукта.

Обычно все зрительные ощущения цвета подразделяют на две группы: ахроматические и хроматические цвета.

Обонятельный метод используется при оценке запахов. Он основан на восприятии запаха с помощью рецепторов обоняния. При оценке запаха определяют типичный аромат, гармонию запахов, так называемый «букет», устанавливают наличие посторонних запахов.

Применяется при оценке запаха или аромата большинства продовольственных товаров и ряда непродовольственных (парфюмерно-косметических изделий, моющих средств, других товаров бытовой химии и др.)

Чувствительность обоняния зависит от многих факторов: психологического и физиологического состояния, концентрации пахучего вещества, дли-

тельности его воздействия, внешних условий и т. д. Обычный человек без труда различает до 1000 запахов, а опытный специалист – до 10 000.

Восприятие запаха зависит также от некоторых физических свойств ароматических веществ: упругости паров, растворимости, концентрации паров и адсорбции.

Осязательный метод используется при определении консистенции. Консистенция – это комплекс физических свойств продукции, которые воспринимаются через осязательные и слуховые ощущения.

При оценке консистенции в зависимости от технических требований, предъявленных к качеству отдельных продуктов, определяют густоту, клейкость и твердость продукта. При оценке консистенции учитывают также нежность, волокнистость, грубость, рассыпчатость, крошливость, однородность, наличие твердых частиц.

В зависимости от структуры различают консистенцию жидкую, твердую, кристаллическую, аморфную, желеобразную, пенообразную, пористую, волокнистую.

Вкусовой метод используется широко в пищевой промышленности, а также для оценки гигиенической безопасности некоторых товаров детского ассортимента, когда оценивается наличие привкуса.

Экспертный метод применяют, когда для определения значения единичных или комплексных показателей и для решения других задач невозможно или затруднительно использовать объективные методы, например, измерительный.

Источником информации является обобщенный опыт и интуиция группы специалистов-экспертов. Достоверность результатов оценки экспертным методом зависит от компетенции и квалификации экспертов, а также от уровня организации работы экспертной комиссии.

Экспертная комиссия обычно состоит из двух групп – экспертной и рабочей. На экспертную группу возлагается проведение непосредственной экспертной оценки, на рабочую – выполнение организационно-технической работы экспертной комиссии: организация процедуры опроса, раздача и сбор анкет, обработка и анализ экспертных оценок.

Экспертная группа формируется из высококвалифицированных специалистов в области создания и функционирования оцениваемого товара: товароведов, дизайнеров, конструкторов, технологов и т. д. При этом группа может состоять из специалистов, работающих в одной или разных организациях. Однако во избежание необъективности оценки в состав группы не должны входить специалисты, имеющие непосредственное отношение к созданию и изготовлению продукции. Число экспертов в группе зависит от требуемой точности средних оценок. При очном опросе с проведением открытого обсуждения оценок в экспертную группу могут входить от семи до двадцати экспертов. При заочном опросе верхний предел количества опрашиваемых экспертов не ограничивается.

Экспертная группа принимает решение либо на основании усреднения оценок, данных экспертами, либо голосованием экспертов (методом «комиссий»). В

целях уменьшения субъективности суждений, присущих экспертному методу, обычно проводят несколько туров опросов.

Опрос экспертов при усреднении оценок проводится следующим образом. Эксперты заносят в анкеты свои суждения и после короткого обсуждения вновь указывают в анкете свое мнение. Общее количество опросов зависит от сложности решаемой задачи и компетентности экспертов. В большинстве случаев ограничиваются одним-двумя турами опросов.

Метод «комиссии» применяют при выборе лучшего образца, а также в тех случаях, когда согласованность оценок экспертов недопустимо низка. Решение считается принятым экспертной группой, если за него подано не менее $2/3$ голосов экспертов.

При экспертном методе широко применяют систему балльных оценок по пяти-, десяти-, сорока- или стобалльным оценочным шкалам. Балльные оценки тем или иным показателям качества эксперты проставляют либо независимо друг от друга, либо в процессе обсуждения.

По способу определения балльные оценки делят на непосредственно назначаемые экспертами и на получаемые в результате формализации процесса оценки. Формализация может быть эвристической и экспериментальной.

При эвристической формализации эксперты определяют зависимость между значениями показателей и их оценками в баллах. На основании полученных результатов строится график или разрабатывается формула, которая позволяет в дальнейшем проводить оценку показателя без помощи эксперта.

При экспериментальной формализации зависимость между значениями показателей и балльными оценками определяется в результате эксперимента. Этот вид формализации дает более объективные значения показателей качества.

Социологический метод основан на сборе и анализе мнения широкого круга фактических или потенциальных потребителей. Сбор мнения потребителей осуществляется различными путями: посредством устного опроса, распространения анкет-вопросников, организации выставок продаж, конференций, аукционов и т. д. Результативность этого метода во многом зависит от уровня его организации и способов обработки получаемой информации. Социологические методы используют для определения значений показателей качества товаров народного потребления, изучения спроса и решения других вопросов.

3.8 Методы оценки уровня качества

Согласно определению уровня качества продукции в основе его оценки всегда лежит сравнение показателя качества оцениваемой продукции с соответствующими базовыми показателями. В результате такого сравнения в зависимости от цели оценки могут быть сделаны соответствующие выводы:

- качество оцениваемой продукции выше/ниже/на уровне базового образца;
- качество данного варианта продукции лучше/хуже/соответствует качеству другого варианта аналогичной продукции;

- оцениваемую продукцию можно отнести к i -ой категории качества.

Для проведения сравнительной оценки нахождения качества продукции на практике используются следующие методы оценки уровня качества однородной продукции: дифференциальный, комплексный, смешанный.

3.8.1 Дифференциальный метод

Данный метод основан на использовании единичных показателей качества товаров. Оценка потребительских показателей качества с использованием дифференциального метода (дифференцированная оценка) проводится путем сопоставления значений потребительских показателей качества с их базовыми значениями. При таком сопоставлении определяют, достигнут ли уровень качества базового образца в целом (если оцениваются все единичные показатели), или по каким показателям он достигнут, а также какие показатели наиболее отличаются от базовых.

Сопоставление значений единичных потребительских показателей качества с их базовыми значениями осуществляется исходя из общего условия:

$$q_i = f(P_i, P_{i0}),$$

где q_i – значение оценки i -го показателя качества товара;
 P_j – значение i -го показателя качества оцениваемого товара;
 P_{i0} – базовое значение i -го показателя;
 $i = 1, 2, 3 \dots$ – количество рассматриваемых показателей качества.

При наличии линейной зависимости между значениями оценки и значениями потребительских показателей формула принимает следующий вид:

$$q_i = \frac{P_i}{P_{i0}} \quad \text{– для позитивных показателей;}$$

$$q_i = \frac{P_{i0}}{P_i} \quad \text{– для негативных показателей.}$$

При наличии в совокупности сравниваемых показателей, отдельных показателей, ограничиваемых некоторыми предельными значениями P_{inp} расчет относительной оценки производится следующим образом:

$$q_i = \frac{P_i - P_{inp}}{P_{i0} - P_{inp}} \quad \text{– для позитивных показателей;}$$

$$q_i = \frac{P_{inp} - P_i}{P_{inp} - P_{i0}} \quad \text{– для негативных показателей,}$$

где P_{inp} – предельное значение i -го показателя качества.

В случае существенных отличий ПК оцениваемого образца от базовых значений область применения приведенных расчетных формул для определе-

ния относительных оценок ПК ограничена, т. к. они выражают только линейную зависимость $q_i(P_i)$, поэтому данные формулы пригодны только при близости значений ПК оцениваемой продукции базового образца (при расхождении не $> 10\%$). В большинстве случаев численные значения абсолютных P_i и относительных q_i показателей качества не являются пропорциональными величинами. Линейная зависимость между ними имеет место для некоторых свойств, количество которых ограничено. Если руководствоваться во всех случаях только линейной зависимостью и не ограничивать диапазон допускаемых изменений абсолютных ПК, то достоверность результатов оценки качества будет невысокой.

Например, если руководствоваться линейной зависимостью при оценке такого свойства измерительного прибора, как его точность, то уменьшение основной приведенной погрешности прибора от $\pm 1\%$ до $\pm 0,75\%$ будет равноценным уменьшением этой погрешности с диапазона от $\pm 0,5$ до $\pm 0,25$. На самом деле такая зависимость не может считаться объективной, каждая последующая доля процента уменьшения погрешности дается труднее, обходится дороже.

В обоснованных случаях для отображения нелинейных зависимостей могут быть использованы следующие формулы:

$$q_i = \lg \frac{P_i}{P_{i0}}, q_i = \lg \frac{P_{i0}}{P_i}$$

или

$$q_i = \ln \frac{P_i}{P_{i0}}, q_i = \ln \frac{P_{i0}}{P_i}.$$

В методике, разработанной американским исследователем Харрингтоном, каждое свойство оценивается с помощью безразмерного коэффициента по специальной таблице 3.2.

Таблица 3.2. – Градации значений коэффициента Харрингтона

Градация значений коэффициента	Качественная характеристика уровня абсолютного показателя любого отдельного свойства
1	2
1,0	Максимальный уровень, выше которого оценка свойства начинает уменьшаться
1,00÷0,80	Превосходный и приемлемый уровень, значительно превышающий соответствующий показатель любого имеющегося на рынке аналогичного продукта
0,80÷0,63	Хороший и приемлемый уровень, превосходящий оптимальный коммерческий уровень (последний оценивается как: $q_{ij} = 1 - 1/e \approx 0,63$)
0,63÷0,40	Недостаточно хороший, но все же приемлемый по стандартам или техническим условиям (ТУ) уровень. Чтобы выдержать конкуренцию на рынке, должен быть поднят

Окончание таблицы 3.2

0,40÷0,30	Граничная зона. При наличии стандартов или ТУ часть продукта уже не будет им соответствовать. (Если абсолютное значение показателя свойства соответствует минимальному или максимальному пределу, предусмотренному ТУ, то оценка $q_{ij} = 0,36788 = 1/e$)
0,30÷0,00	Неприемлемо. Свойство, находящееся на таком низком уровне, может помешать использованию соответствующего продукта труда
0,0	Полностью неприемлемый уровень

В методике Харрингтона математическая зависимость оценки от показателя свойства определяется экспоненциальной функцией

$$q_i = e^{-\left(P^0\right)^{m_j}},$$

где m_j – положительное число в пределах $0 < m_j < \infty$;
 P^0 – линейная функция от P_i :

$$P^0 = \frac{2P_i - (P_{i\max} + P_{i\min})}{P_{i\max} - P_{i\min}},$$

где $P_{i\max}$ и $P_{i\min}$ – соответственно верхний и нижний пределы значения показателя i -го свойства, предусмотренного нормативными документами (стандартами, техническими условиями).

Отсюда

$$P^0 = -1 \quad \text{при} \quad P_i = P_{i\min};$$

$$P^0 = +1 \quad \text{при} \quad P_i = P_{i\max}.$$

Помимо частных недостатков, которые здесь не излагаются, данной методике перехода от абсолютных значений к относительным оценкам свойственен тот же недостаток, что и предыдущей: использование одного и того же вида зависимости для всех показателей.

Однако это не значит, что формулами, описывающими линейную и нелинейную зависимости, нельзя пользоваться. В настоящее время в большинстве отечественных методик для оценки свойств используются линейные зависимости, а во многих зарубежных – нелинейные. Но нужно иметь в виду, что несмотря на большое количество методик, необходимость в разработке более точных и достоверных моделей остается актуальной задачей. В этом отношении стоит обратить внимание на следующее обстоятельство: при вычислении относительных показателей q_i тех свойств, оценка которых должна производиться в зависимости от воздействия этих свойств на органы чувств человека, так называемых «органолептических» свойств, следует учитывать основное положение экспериментальной психологии – психофизиологический закон Вебе-

ра-Фехнера, в соответствии с которым связь между абсолютным показателем P_i и оценкой свойства q_i выражается формулой

$$P_i = K \log q_i$$

где K – некоторая постоянная.

Для решения задач оценивания уровня качества при не очень большом числе единичных показателей с целью повышения достоверности оценки можно определить конкретный вид зависимости $q_i(P_i)$ экспертным методом.

Экспертный метод определения зависимости между показателем и оценкой отличается от методов, в которых используются формулы, единые для всех показателей, большей гибкостью и точностью. В самом деле, при оценке свойства эксперт учитывает и экономическую эффективность (разумеется, в той мере, в которой он это может сделать, исходя из имеющейся у него информации), и назначение данной продукции, и возможные условия эксплуатации и множество других факторов. Однако не следует забывать, что перед экспертом стоит чрезвычайно сложная задача: «оценить число – числом», т. е. перевести значение абсолютного показателя в относительный (оценку). Для облегчения этой задачи в отдельных работах предложен «метод главных точек», принцип которого заключается в том, что эксперт производит операцию оценки в несколько последовательных этапов.

Чтобы определить вид зависимости, используя «метод главных точек», необходимо:

а) разбить значение показателя на зоны, разделенные главными – реперными точками (ими могут быть верхний и нижний пределы, оптимальное значение показателя и т. д.), и задаться значением оценки в этих точках; нанести точки в системе координат: по оси абсцисс – значение абсолютного показателя, по оси ординат – оценку;

б) изучив тенденцию изменения зависимости в интервале между главными точками, определить вид функции и построить ее график;

в) от графической зависимости перейти к аналитической, описывающей эту кривую.

Следует отметить, что построение кривой по трем точкам позволит разработать лишь довольно грубую математическую модель оценки. Дальнейшее исследование зависимости и нахождение большего числа точек приведет к уточнению модели, а, следовательно, к более объективным оценкам.

При разработке данного метода оценки свойств целесообразно исходить из ряда положений.

1. Если для каждого свойства каждого вида продукции строить свой график функции, то сложность и большой объем работы сделают крайне затруднительным практическое применение метода. Следовательно, не должно быть чрезмерно большого множества кривых.

2. Не существует единой зависимости для всех свойств, для всех условий эксплуатации. Поэтому не может быть единственной функциональной зависимости.

3. Необходимо найти оптимальное количество кривых. Они должны достаточно точно описывать зависимость между показателем и оценкой любого из множества свойств. В то же время желательно работать со сравнительно небольшим количеством кривых. Следовательно, одна кривая должна применяться для оценки группы свойств.

4. Каждая кривая должна описываться аналитически.

5. Соответствие между кривой и зависимостью оценки от конкретного показателя достигается изменением параметров в формуле.

Рассмотрим данный подход на примере.

Пример. Погрешность P_n измерительного устройства класса 1. Она не должна превышать основную допустимую погрешность, равную 1 % верхнего предела измерений прибора. Погрешность – комплексный показатель. Чтобы оценить ее, нужно изучить случайную и систематическую составляющие основной погрешности, вариации и т. д. Однако в данном случае упрощенной оценки будем рассматривать только максимально наблюдаемую погрешность.

Чтобы в процессе эксплуатации, в период между началом работы прибора и первой поверкой, погрешность не выходила за допустимую и, следовательно, чтобы прибор оставался годным при выпуске с завода, его погрешность должна быть меньше 1 %. Для разных типов и классов приборов величина запаса точности различна. Примем, что погрешность 0,8 % с достаточно высокой вероятностью гарантирует невыход прибора класса I за класс до очередной поверки (такая величина запаса рекомендуется для многих типов приборов).

Разобьем погрешность прибора на три диапазона: $P_n > 1 \%$; $0,8 \% < P_n < 1 \%$; $0 < P_n < 0,8 \%$. Главные точки: 0; 0,8 %; 1 %.

График зависимости оценки от погрешности строится, исходя из следующих логических предпосылок.

При $P_n > 1 \%$ прибор бракуется, и оценка показателя $q_n = 0$.

В диапазоне 1 % – 0,8 % оценка резко увеличивается, так как значение показателя приближается к рекомендуемому.

При уменьшении погрешности от 0,8 % до 0 скорость роста оценки непрерывно падает. Это вызвано тем, что независимо от истинного значения погрешности, как бы мала она ни была, при пользовании результатами технических измерений прибора считают значение погрешности, равное допустимому, т. е. 1 %. (Строго говоря, в данном случае оценивается не качество прибора, а качество изготовления).

Кривая зависимости относительной числовой оценки от абсолютного значения погрешности, установленная экспертным методом, показана на рисунке 3.1.

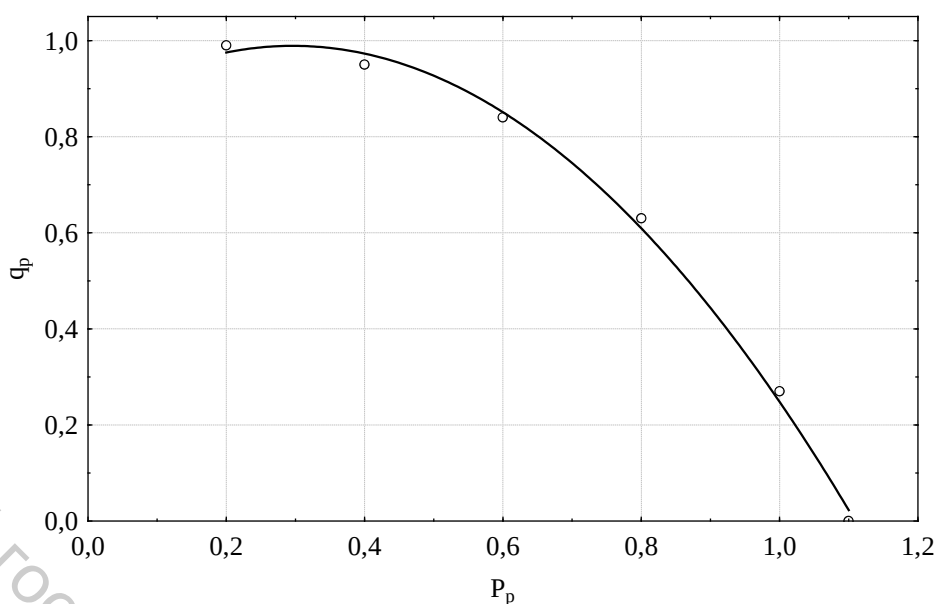


Рисунок 3.1 – Зависимость относительной числовой оценки q_n от абсолютного значения погрешности P_n (при $\alpha = 0,9$; $\beta = 3$).

Данная зависимость может быть описана уравнением

$$q_n = 1 - \left(\alpha \frac{P_n}{P_{n \max}} \right)^\beta,$$

где q_n – оценка погрешности;

P_n – значение погрешности данного прибора;

$P_{n \max}$ – значение основной допустимой погрешности;

α – коэффициент, определяющий значение оценки при $P_n = P_{n \max}$, $\alpha \leq 1$;

β – коэффициент, характеризующий крутизну кривой, т. е. скорость изменения значения оценки в зависимости от изменения значения показателя ($\beta > 1$).

При использовании дифференциального метода можно не вычислять значения относительных показателей q_i . Достаточно фиксировать результат сопоставления по каждому i -му показателю в качественной форме: продукция по i -му показателю превосходит базовый образец, соответствует или уступает ему.

В результате сопоставления показателей дифференциальным методом могут быть сформулированы следующие результаты оценивания в качественной форме:

- уровень качества оцениваемой продукции выше уровня базового образца, если все значения $q_i \geq 1$, причем хотя бы одно значение $q_i > 1$ (т. е. продукция по всем показателям не уступает базовому образцу и хотя бы по одному превосходит);

- уровень качества оцениваемой продукции равен уровню базового образца, если все значения $q_i = 1$ (т. е. продукция по всем показателям соответствует базовому образцу);

- уровень качества оцениваемой продукции ниже уровня базового образца, если все значения $q_i \leq 1$, причем хотя бы одно значение строго меньше единицы: $q_i < 1$ (т. е. продукция по всем показателям не превосходит базовый образец и хотя бы по одному показателю уступает ему).

В случаях, когда часть значений относительных показателей качества $q_i > 1$, а часть $q_i < 1$ (т. е. продукция по одним показателям превосходит базовый образец, а по другим уступает ему), дифференциальный метод не дает результата.

Значения дифференцированных оценок выражаются обычно в одинаковых безразмерных величинах (баллах, % и т. п.).

3.8.2 Комплексный метод

При дифференцированном сопоставлении показателя качества базового образца часто возникает неопределенная ситуация, когда часть получаемых относительных показателей качества оказывается больше единицы, часть меньше, часть равна.

Сделать однозначный вывод относительно уровня качества оцениваемой продукции нет возможности. Выход может быть найден, если возможно выразить другие качества продукции одним числом, которое получается в результате объединения всех выделенных единичных показателей качества в один комплексный обобщенный показатель качества (ОПК). Что и составляет суть комплексного метода оценки УК продукции. При этом в случае использования комплексного метода, УК продукции определяется отношением ее комплексного обобщенного показателя качества $Q_{оц}$ аналогичному показателю качества базового образца $Q_{баз}$

$$K_0 = Q_{оц} / Q_{баз}.$$

Сложность комплексной оценки УК заключается в объективном определении ОПК, который по сути является аналитической моделью качества оцениваемого объекта. От того, насколько адекватна модель объекта, зависит достоверность получаемых результатов оценки.

Чтобы обеспечить нужную достоверность оценки УК, необходимо в достаточной степени обосновать используемый комплексный ОПК. Он должен отражать не только уровень учитываемых свойств в совокупности, но и существующие взаимосвязи между ними. При использовании такого показателя продукции более высокого качества должно соответствовать большее значение комплексного показателя, а наименьшее значение последнего должно соответствовать продукции худшего качества. Комплексный ОПК, удовлетворяющий этим условиям, называется состоятельным. Выбору того или другого комплексного показателя всегда должен предшествовать глубокий и всесторонний анализ его состоятельности.

Оценка потребительских показателей качества с использованием комплексного метода основана на получении значения оценки потребительского показателя, который может быть выражен *интегральным показателем* качества товара, *главным показателем*, отражающим основное назначение изделия или *средним взвешенным показателем* качества товара.

Комплексную оценку с использованием *интегрального показателя* качества товара проводят путем сопоставления суммарного полезного эффекта от потребления товара и суммарных затрат на его создание и потребление. При расчетах полезного эффекта обобщенный показатель качества товара выражается главным показателем или средним взвешенным показателем. Для товаров, срок службы которых не превышает года, единовременные и текущие затраты суммируются. Для товаров длительного пользования, срок службы которых превышает год, единовременные затраты должны быть приведены к последнему году срока службы товара с использованием нормативного коэффициента, учитывающего самоокупаемость товара.

Интегральный показатель определяется как

$$J = \mathcal{E} / Z = \mathcal{E} / (Z_c + Z_o),$$

где $\mathcal{E}$ – суммарный полезный эффект за срок службы продукции (в натуральной или денежной форме);

Z_c – капитальные затраты на создание (покупку) продукции;

Z_o – сумма текущих затрат на эксплуатацию или потребление продукции за срок ее службы.

Если оцениваемая продукция имеет срок службы более 1 года, то

$$J = \mathcal{E} / (\varphi(t)Z_c + Z_o),$$

где t – число лет;

$\varphi(t)$ – временная функция, зависящая от нормативного коэффициента экономической эффективности.

Для некоторых видов продукции (мебель, холодильники) определить на прямую суммарный полезный эффект не представляется возможным. В этом случае используют следующую методику. Условно принимают интегральный ПК базового образца за 1. Тогда для расчета интегрального ПК при сроке службы продукции более 1 года используют следующее выражение:

$$J_{\bar{o}} = Z_{c\bar{o}}\varphi(t) + Z_{o\bar{o}}.$$

Для нового оцениваемого образца, отличающегося от базового по числу свойств n , оцениваемых только экспертным путем, и по числу свойств m , характеризующимися измеримыми ПК (с использованием метрологических методов), при небольшом отклонении от базовых значений годовой эффект от эксплуатации можно рассчитать по формуле:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_0 + \sum_{i=1}^n \Delta \mathcal{E}_i + \sum_{j=1}^m \Delta \mathcal{E}_j,$$

где $\Delta \mathcal{E}_i$ и $\Delta \mathcal{E}_j$ поправки к эффекту, вызываемые отличием отдельных свойств оцениваемого образца от базового, определяемые как

$$\Delta \mathcal{E}_i = \gamma_i \mathcal{E}_0, \quad \Delta \mathcal{E}_j = \delta_j \mathcal{E}_0 \frac{\Delta P_j}{P_{j0}},$$

где $\Delta P_j = P_j - P_{j0}$.

Коэффициенты γ_i и δ_j находят экспертным путем. С учетом последних соотношений суммарный полезный эффект от использования или потребления таких видов продукции можно рассчитать по формуле

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_0 \left(1 + \sum_{i=1}^n \gamma_i + \sum_{j=1}^m \delta_j \frac{\Delta P_j}{P_{j0}} \right).$$

Комплексный метод оценки потребительских показателей качества товаров с использованием интегрального показателя применяется, когда установлен суммарный полезный эффект от эксплуатации или потребления продукции и суммарные затраты на ее создание и эксплуатацию. Этот метод используется на этапах планирования и прогнозирования выпуска товаров, разработки проектной документации и опытного образца, контроля качества в сфере торговли и проведения технико-экономического анализа повышения качества товара.

Недостатки интегрального показателя – трудность применения к изделиям сферы потребления, неприменимость для сырья и материалов, неучет в нем эргономических, эстетических и некоторых других свойств.

Комплексную оценку с использованием *главного потребительского показателя качества* проводят при наличии установленной расчетным или экспертным методом зависимости значения этого показателя от значений исходных показателей, характеризующих технический уровень данного товара. Главным показателем качества товара могут служить, например, пылеочистительная способность пылесоса, время и степень сохранности продуктов в холодильнике и т. д.

Комплексный метод оценки качества товара с использованием главного показателя применяют преимущественно на этапах планирования и прогнозирования уровня качества и разработки проекта. Сфера использования этого метода ограничена анализом и оценкой главной функции товара, его основного назначения и не охватывает других важных показателей, оценка которых может существенно влиять на потребительский уровень качества товара.

Комплексную оценку с использованием *среднего взвешенного показателя* проводят на основе предварительно определенных значений оценок единичных показателей и их коэффициентов весомости. Значение комплексной оценки в этом случае определяется путем перемножения значений оценок единичных показателей и соответствующих коэффициентов весомости с последующим усреднением (метод средневзвешенных величин).

Усреднение взвешенных значений оценок потребительских показателей осуществляется с использованием следующих зависимостей:

- среднее арифметическое:
$$Q = \sum_{i=1}^n q_i \alpha_i ;$$

- среднее геометрическое:
$$G = \prod_{i=1}^n q_i^{\alpha_i} ;$$

- среднее гармоническое:
$$H = 1 / \sum_{i=1}^n (\alpha_i / q_i),$$

где α – коэффициент весомости i -го показателя;

n – количество оцениваемых показателей.

Формулы справедливы при условии, что сумма коэффициентов весомости равна 1.

Применению средневзвешенного ПК должно предшествовать обоснование их состоятельности. При невозможности или затруднительности обоснования состоятельности предпочтение следует отдавать среднему геометрическому ПК, являющемуся более универсальным и имеющим большую область применения.

Доказано, что с точки зрения математики все средневзвешенные ОПК являются равноправными, но тем не менее существуют некоторые особенности их применения. На практике предпочтение отдают среднему арифметическому ПК по причине простоты вычисления, хотя он и характеризуется рядом существенных недостатков:

- дает несколько заниженные результаты по сравнению с другими СПК;
- недостаточно объективно характеризует изменение качества продукции в целом, при изменении единичного ПК.

Суммарная потребительская ценность любого продукта представляет собой степенную функцию, т. е. с уменьшением единичного ПК и отклонения его от базового значения качество продукции в целом не изменяется пропорционально, а падает более резко (иногда до 0). При наличии значительных отклонений отдельных показателей от базовых средний арифметический ПК может быть достаточно высоким при низком уровне отдельных важных свойств объекта. Поэтому рекомендуется пользоваться средним арифметическим способом усреднения тогда, когда значение всех единичных ПК находится в целесообразных пределах, т. е. отклонения ПК оцениваемой продукции от базовых значений не превышают 10 %.

В комплексных показателях низкие значения одних единичных показателей могут компенсироваться высокими значениями других. Иногда такая компенсация противоречит жизненным ситуациям. Например, специально проведенные исследования и многолетние наблюдения установили, что одежда и обувь отечественного производства в целом более долговечна и прочна, чем импортная. Однако последние имеют более привлекательный внешний вид, чем

объясняется повышенный спрос на импорт. Высокие эстетические показатели качества в данном случае компенсируют низкие показатели надежности и долговечности. В то же время недопустимо компенсировать низкие значения главных показателей качества высокими значениями второстепенных.

В отличие от среднего арифметического, геометрическое усреднение более чувствительно к неравномерности возрастания (убывания) качества продукции в целом с изменением единичных ПК. Это достигается благодаря тому, что коэффициенты весомости в этом случае вводятся в формулу комплексного ПК показателями степеней отдельных единичных ПК, выступающих сомножителями. В итоге получается нелинейная зависимость, но наиболее важной особенностью этого показателя является то, что он обладает способностью обращать комплексный показатель качества в 0, в случаях когда какой либо из единичных ПК становится равным 0.

Эта функция обращения комплексной оценки качества в 0, при неприемлемо низком уровне какого либо из единичном ПК, называется *ветированием ПК*. При использовании других СПК для решения этой задачи приходится в формулы для их расчета вводить специальные функции или *коэффициент вето*.

Средний гармонический ПК занимает некоторое промежуточное положение между средним арифметическим и средним геометрическим. Он также отображает неравномерность изменения качества продукции при изменении какого либо единичного ПК и, следовательно, его можно использовать при большем разбросе значений единичных ПК оцениваемой продукции по отношению к базовым значениям. Второе достоинство – простота его вычисления. Наиболее важным достоинством является то, что он учитывает гармонию отдельных единичных ПК оцениваемой продукции. При создании новой продукции всегда необходимо стремиться к пропорциональному изделию, т. е. изделие с близкими значениями отдельных единичных ПК означает, например, что продукция с тремя равными по весомости свойствами, которые имеют относительные ПК $q_1 = 0.8$, $q_2 = 0.8$, $q_3 = 0.8$ лучше, чем изделие с $q_1 = 0.9$, $q_2 = 0.5$, $q_3 = 1$.

Хотя комплексные оценки этих изделий одинаковы, в то же время использование в этом случае среднего гармонического ПК позволяет говорить о более высоком УК первого изделия.

Специфической разновидностью комплексного метода оценки потребительских показателей качества товара является *экспресс-метод*. Этот метод применяется экспертами для определения значения оценки комплексного показателя качества без предварительного получения значений оценок единичных показателей и их коэффициентов весомости. Оценка, осуществляемая с использованием экспресс-метода, называется целостной. Целостная оценка потребительских показателей качества товаров подразделяется на прямую и косвенную.

Прямая целостная оценка используется для получения оценочного суждения о качестве товара на основе анализа экспертами входящих в его состав значений единичных показателей и их весомости, когда нахождение значений

оценок единичных показателей не требуется или связано с определенными трудностями.

При проведении прямой целостной оценки эксперты подразделяют потребительские показатели на измеримые и неизмеримые, анализируют значения измеримых показателей качества в сравнении с базовыми, анализируют качественные описания неизмеримых показателей в сравнении с базовыми, выносят целостное оценочное суждение о качестве товара и определяют значение оценки комплексного потребительского показателя его качества.

Косвенная целостная оценка проводится экспертами на основе анализа конечного результата, использования товара по назначению. Ее критерием служит эффект, получаемый потребителем от товара.

Использование экспресс-метода существенно ускоряет процесс экспертной оценки при относительном снижении точности ее результатов. Поэтому целостную оценку качества товаров проводят высококвалифицированные эксперты, имеющие практический опыт работы в экспертных комиссиях и владеющие другими методами оценки.

3.8.3 Смешанный метод оценки

Смешанный метод оценки потребительских показателей качества товаров основан на совместном применении единичных и комплексных показателей. Возможны случаи, когда, с одной стороны, совокупность единичных показателей качества достаточно обширна и анализ значений каждого показателя дифференциальным методом не позволяет сделать обобщающие выводы, а с другой – обобщающий показатель качества в комплексном методе недостаточно полно учитывает все свойства товара и не дает возможности оценить определенные группы этих свойств. В этих случаях целесообразнее применять смешанный метод, сочетающий дифференциальный и комплексный методы.

Существует два подхода для реализации данного метода.

1. При смешанном методе оценки уровня качества товара сначала объединяют единичные показатели уровня качества по группам свойств (назначения, эстетические, эргономические и т. д.) и для каждой группы рассчитывают групповой комплексный показатель, а затем групповые показатели оценивают дифференциальным методом. На основе полученных результатов по отдельным группам свойств судят о качестве оцениваемого изделия.

2. При оценке потребительских показателей качества товаров экспертами выделяются наиболее важные показатели, не включаемые в группы и рассматриваемые в дальнейшем как единичные, остальные единичные показатели объединяются в группы с определением по каждой группе соответствующего комплексного (группового) показателя, затем проводятся оценки совокупности комплексных и единичных показателей качества дифференциальным методом.

Следует отметить, что при смешанном методе оценки уровня качества обобщенный показатель качества не определяют.

Смешанный метод используется преимущественно на этапах анализа и оценки качества опытного образца (опытной партии) товара, при экспертизе потребительских свойств новых товаров и проведении технико-экономического анализа повышения качества товаров.

Таким образом, основным критерием при выборе методов оценки потребительских показателей качества товаров служит эффективность применения этих методов на этапах разработки, производства, обращения и потребления товаров. Дифференциальный и комплексный методы и их разновидности используются на всех этапах жизненного цикла товаров, а смешанный метод – преимущественно в тех случаях, когда при оценке качества товара применяются в сочетании методы дифференцированной и комплексной оценки.

3.8.4 Коэффициент вето

Основным недостатком комплексной оценки качества продукции являются принципиальные возможности перекрытия низкого уровня одних свойств более высоким уровнем других.

При таком подходе теоретически возможен случай, когда некоторые из ПК P_i каких-либо важных свойств объекта оценки выйдут за пределы допустимых интервалов из изменения $(P_{i \min} - P_{i \max})$ и, несмотря на это, комплексный ПК K_0 останется достаточно высоким, что противоречит реальности.

Для решения этой проблемы необходимо обеспечить, чтобы математическая модель комплексного показателя учитывала важность и допустимые пределы изменения $(P_{i \min} - P_{i \max})$ всех абсолютных показателей выделенных свойств в той же степени, как это происходит в реальных условиях при оценке качества продукции потребителем. Иначе говоря, необходимо обеспечить, чтобы комплексный показатель качества падал до нуля, в тех случаях, когда какой-либо показатель из выделенных основных свойств, определяющих качество объекта, вышел за пределы интервала допустимого изменения $(P_{i \min} - P_{i \max})$. В настоящее время на практике существует множество способов реализации этого условия. В простом случае при вычислении комплексного показателя качества K_0 могут быть заданы следующие ограничения:

$$K_0 = 0, \text{ если } (P_i - P_{i \min}) < 0 \text{ или } (P_{i \max} - P_i) < 0 .$$

Существует и другое направление решения рассмотренной проблемы, в рамках которой обращение в ноль комплексного показателя качества K_0 не связывается с определённым видом средней взвешенной величины, а обеспечивается введением в структуру формулы для расчёта комплексного показателя качества K_0 особой функции $f(P_i)$, и в этом случае общий вид такой формулы

$$K_0' = f(P_i) \cdot K_0 .$$

Эта функция $f(P_i)$ при определённых условиях обращается в ноль, тем самым обращая в ноль и комплексный показатель качества K_0' . В связи с такой особой регулирующей ролью функции $f(P_i)$ её принято называть **коэффициентом вето**. На практике используются различные варианты математического выражения коэффициента вето. В одной из методик оценки качества коэффициент вето представляется:

$$f(P_i) = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n q_{i \min}},$$

где n – число основных свойств, определяющих качество объекта оценки, т. е. таких свойств, очень низкий (нулевой) уровень которых должен обращать в ноль и обобщённый показатель качества K_0 .

$q_{i \min}$ – относительный показатель i -го свойства, имеющего некоторое минимальное предельное значение (при $P_i < P_{i \min}$, $q_i = 0$).

Коэффициент вето, определенный по данной формуле, реагирует на выход абсолютного показателя отдельного свойства P_i только за пределы нижней границы допустимого интервала $P_{i \min}$ и остаётся нечувствительным к превышению верхней границы этого интервала $P_{i \max}$. Ещё один недостаток формулы заключается в том, что с её помощью решается проблема ветирования показателей качества лишь наполовину. Функция $f(P_i)$ обращается в ноль при выходе одного из значений основного свойства за предел $P_{i \min}$. В том случае, если показатели всех свойств P_i будут находиться в пределах допустимого интервала ($P_{i \min} - P_{i \max}$), то в соответствии с записанной формулой функция $f(P_i)$ примет некоторое значение, отличное от нуля. Но при этом будет искажаться результат расчёта обобщённого показателя качества, т. к. при этом показатель K_0' не будет равен K_0 , что следует из формулы для K_0' .

Для избежания этого необходимо наложить на функцию $f(P_i)$ ещё одно дополнительное ограничение. Она не только должна обращаться в ноль при выходе абсолютного ПК любого свойства за пределы интервала ($P_{i \min} - P_{i \max}$), но и должна принимать значение, равное 1 при любых значениях P_i , находящегося в пределах интервала допустимых значений ($K_0' = K_0$). Рассмотренная формула коэффициента вето этому второму ограничению не удовлетворяет, поэтому она в таком виде не является универсальной и имеет ограниченную сферу применения. Более совершенным является выражение коэффициента вето через функцию Хевисайда:

$$f(P_i) = \prod_{i=1}^n \sigma_0(P_i - P_{i \min}),$$

где $\sigma_0(P_i - P_{i \min})$ – запаздывающая единичная функция Хевисайда, чьё значение равно нулю для отрицательных аргументов и единице для положительных аргументов (что соответствует $\sigma_0 = 0$, если $P_i < P_{i \min}$; $\sigma_0 = 1$ если $P_i \geq P_{i \min}$).

Такое выражение коэффициента вето более приемлемо, чем рассмотренное выше, так как учитывает второе ограничение $\sigma = 1$ если $P_i \geq P_{i \min}$ и не искажает результатов расчёта обобщённого показателя K_0' . Однако недостаток за-

ключается в том, что коэффициент вето в таком виде не реагирует на выход P_i за пределы верхней границы интервала, поэтому и это выражение для коэффициента вето не является универсальным.

В некоторых работах предлагается для вычисления функции $f(P_i)$ следующее выражение:

$$f(P_i) = e^{-t},$$

где величина t определяется по формуле

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

где c и b – положительные числа, немногим больше единицы (например, $c = 1,0001$);

d – достаточно большое положительное число (например, $d = 20000$).

Нетрудно заметить, что как только значение P_i хотя бы одного из показателей качества выйдет за пределы допустимого интервала $P_{i \min} \div P_{i \max}$ (что означает появление неравенства вида $\frac{P_i}{P_{i \max}} > 1$ и $\frac{P_{i \min}}{P_i} > 1$, функция $f(P_i)$ сразу же падает до нуля, приближая к нулю и обобщенный ПК K_0' .

Однако среди показателей качества есть и относительно маловажные, даже полное отсутствие которых не должно приводить к падению до нуля обобщенного комплексного ПК K_0' . Это обстоятельство учитывается таким образом, что для подобных показателей нижний предел их значений (т.е. величина $P_{i \min}$) принимается равным нулю, в связи с чем неравенство вида $\frac{P_{i \min}}{P_i} > 1$ не будет иметь место для этих свойств.

Если для всех i -ых показателей соблюдается условие

$$\frac{P_i}{P_{i \max}} \leq 1 \quad \text{и} \quad \frac{P_{i \min}}{P_i} \leq 1,$$

то коэффициент вето равен единице, а комплексный показатель качества будет равен $K_0' = K_0$.

Таким образом, коэффициент вето, определенный по вышеизложенной методике, лишен недостатков, свойственных другим методикам.

3.9 Методы определения коэффициентов весомости

При использовании дифференциального метода оценки качества весомости отдельных свойств не учитываются (недостаток метода). При использовании комплексного метода оценки УК возникает необходимость учета отдельных свойств.

Существует два основных метода определения значений групповых коэффициентов весомости: аналитический и экспертный. Общий подход к при-

менению этих методов заключается в следующем: если для какой-то группы свойств значения коэффициентов весомости могут быть определены аналитическим, и экспертным методами, предпочтение должно быть отдано первому. И только для тех свойств, применительно к которым нельзя (или сложно) использовать аналитический метод, целесообразно применить экспертный метод.

Коэффициенты весомости, характеризующие значимость отдельных потребительских показателей, определяют одним из следующих аналитических методов: стоимостных регрессивных зависимостей; предельных и номинальных значений; эквивалентных соотношений.

Метод стоимостных регрессивных зависимостей основывается на построении приближенных зависимостей между затратами на создание и эксплуатацию продукции и исходными показателями ее качества. В его основе лежит посылка, что весомость α_i является монотонно возрастающей функцией аргумента, выражающего денежные или трудовые затраты, необходимые для обеспечения i -го свойства определенного уровня. Тогда, если определена функциональная зависимость $\alpha_i = \varphi(Z_i)$, то при соблюдении условия $Z_i > Z_{i-1}$ будет также соблюдаться условие $\alpha_i > \alpha_{i-1}$. Пропорциональность стоимости в этом случае принимаем за основу для установления соотношения весомостей соответствующих свойств. При использовании метода считается справедливым утверждение: чем больше затраты, идущие на получение свойства, тем больше его весомость.

Вид зависимости $\alpha_i = \varphi(Z_i)$ определяется либо аналитически, либо путем обработки эмпирических данных. При использовании аналитического метода получают некоторые регрессивные зависимости стоимости от показателя качества. Стоимостная зависимость строится для продукции, у которой цена отражает действительные затраты на её создание и эксплуатацию. Для выполнения этого условия необходимо, чтобы продукция не являлась ни остродефицитной, ни неходовой, то есть пользовалась устойчивым спросом на протяжении длительного периода.

Число показателей качества, входящих в стоимостную зависимость, должно быть намного меньше количества вариантов оцениваемой продукции, по которым строится стоимостная зависимость.

При использовании аналитического метода построения общий вид регрессионной зависимости выбирают соответственно используемому комплексному показателю качества. Например, в случае использования средневзвешенного геометрического показателя зависимость между затратами и показателем качества предлагается описывать с помощью следующего аналитического выражения:

$$\lg \frac{Z_j}{Z_{cp}} = \sum_{i=1}^n \mu_i \cdot \lg \frac{P_i}{P_{icp}},$$

где Z_{cp} и P_{icp} – величины, полученные усреднением по всем вариантам продукции фактических затрат и соответствующих показателей качества.

μ_i – параметр аппроксимации регрессивной зависимости, определяемый методом наименьших квадратов. В данном случае $\alpha_i = \mu_i$, то есть коэффициент весомостей учитываемых свойств равен, соответственно, параметрам аппроксимации.

i – номер учитываемых свойств.

j – номер рассматриваемых вариантов продукции.

При использовании данного метода следует учитывать, что стоимость – величина непостоянная и зависит от многих факторов, поэтому со временем происходит изменение стоимости, что приводит к соответствующему изменению и коэффициентов весомостей свойств продукции при их расчёте на базе данного метода. Этот факт довольно часто противоречит реальной действительности.

Например, представим, что такое свойство наручных часов, как точность хода, определяемое качеством опор из искусственных камней, качеством пружины и качеством изготовления других деталей требует затрат в $З = a$ руб. и, с точки зрения потребителя, характеризуется весомостью $\alpha_i = 0,3$ (при $\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$).

Предположим также, что после проведения ряда технических мероприятий резко (почти в два раза) снизилась себестоимость пружины, камней и затраты на обработку деталей механизма (т. е. $З_i = 0,5 З'_i$).

В этом случае приходится считать, что и весомость такого свойства, как «точность хода» часов также значительно (почти в два раза) снизится, что не соответствует здравому смыслу. Действительно, для владельца часов весомость (важность) их точности хода является в одних и тех же условиях потребления величиной практически постоянной (в данном случае $\alpha_i = 0,3$) и не зависящей от колебаний цен на детали – колебаний, о которых он, как правило, ничего не знает.

Таким образом, сфера применимости стоимостного способа должна быть уточнена в ходе специально проведенных теоретических и экспериментальных исследований.

Метод эквивалентных соотношений следует применять, когда удастся обосновать увеличение или уменьшение, например, количества продукции для удовлетворения тех же потребностей при изменении значения данного показателя качества на 1 %.

При улучшении исходного ПК на ΔP_i удовлетворение тех же потребностей будет производиться ΔV меньшим объемом рассматриваемой продукции. Этот метод следует применять в том случае, когда удастся обосновать, что какому-то относительному изменению количества продукции $(V + \Delta V) / V$ эквивалентно с точки зрения общего эффекта от использования продукции по назначению относительное изменение соответствующего ПК $(P_i + \Delta P_i) / P_i$ или на сколько процентов можно уменьшить число единиц продукции, чтобы удовлетворить те же потребности при изменении значения данного ПК на 1 %. При

выполнении рассмотренных условий коэффициенты весомости могут быть рассчитаны по следующей формуле:

$$\alpha_i = \lg(1 + \Delta V / V) / \lg(1 + \Delta P_i / P_i).$$

Недостаток – нельзя использовать для оценки весомости свойств, не связанных непосредственно с эффективностью использования или потребления продукции по назначению.

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

Предельно допустимые значения задаются в стандартах, технических условиях и других ТНПА на продукцию, определяющих требования к продукции заданного качества. В таблице 3.2 приведены формулы для вычисления коэффициентов весомости показателей качества, используемых для определения комплексных показателей с различными способами усреднения.

Недостатком данного метода является то, что результат ранжирования может зависеть от фактических значений единичных показателей. Поэтому его применение возможно при стабильном состоянии процесса или при наличии установленных нормативов по выбранным единичным ПК.

Таблица 3.2 – Выражения для подсчета комплексных средневзвешенных показателей качества

Формула комплексного показателя	Формулы для расчета α_i	Для позитивных показателей	Для негативных показателей
$Q = \sum_{i=1}^n q_i \alpha_i$	$\alpha_i = (\Delta P_i)^{-1} / \sum_{i=1}^n (\Delta P_i)^{-1}$	$\Delta P_i = \bar{P}_i - (P_i^{nped})_{min}$	$\Delta P_i = (P_i^{nped})_{max} - \bar{P}_i$
$G = \prod_{i=1}^n q_i^{\alpha_i}$	$\alpha_i = \lg^{-1}(IP_i) / \sum_{i=1}^n \lg^{-1}(IP_i)$	$IP_i = \frac{\bar{P}_i}{(P_i^{nped})_{min}}$	$IP_i = \frac{(P_i^{nped})_{max}}{\bar{P}_i}$
$H = 1 / \sum_{i=1}^n (\alpha_i / q_i)$	$\alpha_i = \frac{NP_i / \Delta P_i}{\sum_{i=1}^n (NP_i / \Delta P_i)}$	$NP_i = \bar{P}_i \cdot (P_i^{nped})_{min}$	$NP_i = \bar{P}_i \cdot (P_i^{nped})_{max}$

Здесь q_i – единичные показатели качества в безразмерной форме;

$\bar{P}_i$ – номинальное значение i -го показателя, определяемое в техническом задании или как среднее статистическое для продукции, удовлетворяющей требованиям нормативно-технической документации;

$(P_i^{pred})_{min}$ – предельное значение i -го позитивного показателя, определяющее наихудшее, но допустимое его значение, ниже которого этот показатель опускаться не может;

$(P_i^{pred})_{max}$ – предельное значение i -го негативного показателя, определяющее наихудшее, но допустимое его значение, выше которого этот показатель подниматься не может.

Экспертный метод определения коэффициентов весомости основан на использовании обобщенного опыта и интуиции специалистов. Этот метод наиболее приемлем и применим для товаров народного потребления.

Экспертные методы определения коэффициентов весомости рассмотрены в лекции 2.6, общие требования к порядку реализации экспертизы – в лекции 4.

ЛЕКЦИЯ 4. ЭКСПЕРТНЫЕ МЕТОДЫ В КВАЛИМЕТРИИ

4.1 Подготовка экспертного опроса

В настоящее время экспертные методы (ЭМ) в области оценки качества различных объектов являются важным инструментом научного исследования и получили широкое распространение на практике. Первые теоретические работы по их обоснованию относятся к 1914 г. В квалиметрии оценка качества продукции также предполагает в ряде операций использование мнений специалистов, причем численность и объем таких операций по мере усложнения продукции возрастает. Наиболее часто при проведении ОУК продукции мнение специалистов экспертов учитывается при решении следующих задач:

- классификация продукции и потребителя;
- построение иерархической структуры качества;
- количественная оценка или измерение свойств, не относящихся к категории физических величин;
- выбор базового образца и определение значений базового ПК;
- определение вида зависимости между абсолютным и относительным значением ПК;
- определение весомости свойств продукции;
- оценка качества продукции на различных конкурсах;
- и др.

Для проведения экспертной оценки качества продукции должна быть создана экспертная комиссия, состоящая из двух групп: рабочей и экспертной группы. Объективность результатов работы экспертов зависит от наличия четких и надежных правил организации и работы экспертной комиссии. Поэтому для организации и подготовки экспертных работ должна быть создана специальная рабочая группа, в состав которой входят:

- руководитель-организатор;
- технические работники;
- специалист-эксперт по оцениваемой продукции из состава экспертной группы;
- представитель организации изготовителя.

На руководителя организатора возлагаются обязанности организации и методического руководства рабочей группы. Технические работники подчиняются руководителю. Технические работники занимаются вопросами разработки программы работ, составлением анкет и пояснительных записок к ним, беседуют с экспертами при проведении опроса методом прямого контакта, производят опрос экспертов в случае неправильного заполнения анкет и осуществляют обработку экспертных данных. Число технических работников может быть различным, и это определяется объемом работ по оценке качества, обычно в состав рабочей группы входят от 1 до 3 технических работников, исходя из расчета на 7-10 экспертов – 1 технический работник.

Для помощи и консультации по обработке и анализу информации из числа экспертов в рабочую группу включают специалиста по оцениваемой продукции. Главная задача рабочей группы заключается в обеспечении наиболее эффективной работы экспертной группы. Для этого она должна четко сформулировать цели и задачи экспертной оценки качества, разработать порядок работы экспертной комиссии, произвести формирование экспертной группы и опросить экспертов. На заключительном этапе работы экспертной комиссии рабочая группа согласовывает первичные экспертные оценки, производит их статистическую обработку, анализирует итоговые результаты.

Непосредственно экспертную оценку качества заданного объекта производит экспертная группа, в состав которой входят квалифицированные специалисты в области рассматриваемого вида продукции, имеющие определенную подготовку и практический опыт. Экспертные методы связаны со значительными затратами труда высококвалифицированных специалистов. В связи с этим возникает потребность уменьшения количества участников экспертизы, но точность и надежность получаемых оценок не должна опускаться ниже заданного уровня. Представляется целесообразным определять число экспертов N с заданной доверительной вероятностью p и относительной погрешностью ε , используя рекомендации, содержащиеся в различных руководствах по теории вероятностей. Например:

$$N = \frac{t_{\alpha}^2}{\varepsilon_1^2},$$

где $\varepsilon_1 = \frac{\varepsilon}{S}$ – задаваемая до начала опроса предельно допустимая относительная ошибка, выраженная в долях S ;

t_{α} – аргумент, значение которого табулировано.

В таблице 4.1 представлены значения N для $\varepsilon_1 = 0,1 \div 3$ и различных уровней доверительной вероятности. Наиболее часто встречающиеся варианты обведены рамкой.

Путем проведения статистического анализа результатов было доказано, что для получения достоверных результатов в состав экспертной группы должно входить не менее 5–7 экспертов. В отдельных случаях количество экспертов в экспертной группе увеличивается до 15–43 человек. Количество экспертов в группе должно зависеть от целей и необходимой достоверности оценки, а также трудоемкости экспертных работ.

Во главе экспертной комиссии стоит председатель и его заместитель – руководитель и организатор рабочей группы. Принятие решения по оценке уровня качества (ОУК) объекта экспертная комиссия может проводить прямым голосованием либо путем анкетирования, когда эксперты должны проставить оценки в специальных анкетах, а рабочая группа должна осуществлять соответствующую обработку. При голосовании решение принято, если за него проголосовало не менее $2/3$ экспертов.

Таблица 4.1 – Возможные варианты выбора количества экспертов

$p, \%$	ε_1						
	3	2	1	0,5	0,3	0,2	0,1
99	1	2	7	26	74	165	663
95	1	1	4	15	43	96	384
90	1	1	3	11	31	67	270
85	1	1	2	8	23	51	207
80	1	1	2	7	19	41	164
75	1	1	2	5	15	33	132
70	1	1	2	4	12	27	109
65	1	1	1	4	10	22	86
60	1	1	1	3	8	18	71
55	1	1	1	2	7	15	57
50	1	1	1	2	5	11	45

При анкетировании экспертов важно правильно просто и однозначно изложить в анкетах то, что требуется от экспертов. В пояснительной записке должна быть подробно описана цель и последовательность действий эксперта, приведены примеры заполнения анкеты и т. д.

Для повышения объективности результата экспертизы могут проводиться опросы экспертов в нескольких группах, например, в первый раз эксперты высказывают свое мнение или выставляют свои оценки независимо друг от друга. Второй раз после открытого обсуждения каждой из оценок процедура опроса повторяется. Окончательное решение обычно принимается после последнего тура опроса. Обычно достаточно 3 туров. В работе экспертной комиссии должен соблюдаться ряд основополагающих условий:

1. Экспертная оценка должна производиться только в случае, если нельзя использовать для решения заданного вопроса объективных методов.

2. В процедуре работы экспертной комиссии не должно быть факторов, которые могут влиять на независимость ответов экспертов.

3. Вопросы, поставленные перед экспертами, не должны допускать различных толкований.

4. Ответы экспертов должны быть однозначными и в максимальной мере допускать их математическую обработку.

5. Состав экспертной группы должен быть примерно одинаковой компетентности в решаемой задаче.

6. Количество экспертов должно быть не менее необходимого числа.

Таким образом, метод экспертных оценок включает в себя следующие основные этапы:

- подготовительный этап (определение цели и формулирование задач оценки качества, формирование рабочей группы);
- формирование группы специалистов-экспертов;

- подготовка опроса экспертов (выбор методов, способов и процедур опроса экспертов, подготовка анкет и пояснительных записок к ним);
- осуществление опроса экспертов;
- обработка экспертных оценок;
- анализ полученных результатов.

4.2 Требования, предъявляемые к экспертам

Из всех задач, которые приходится решать в процессе экспертной оценки качества продукции, главной является задача выбора экспертов. Так же, как в метрологии, точность получаемого результата измерения физической величины определяется, главным образом, точностью применяемых систем измерений, так и в квалиметрии объективность экспертной оценки, её точность и надёжность зависят от квалификации экспертов. Поэтому к формированию экспертных групп следует подходить очень ответственно.

Первоначально при решении этой задачи составляется список возможных кандидатов в эксперты, который является основой их отбора. При отборе экспертов из этого списка учитывается, что они должны удовлетворять некоторым специальным требованиям. Совокупность основных требований, предъявляемых к эксперту, можно разделить на *требования компетентности, требования заинтересованности в участии в работе экспертной комиссии, а также деловитость и объективность*.

Компетентность экспертов должна распространяться как на оцениваемую продукцию (профессиональная компетентность), так и на методологию количественной оценки качества (квалиметрическая компетентность). Следовательно, компетентность экспертов оценивается в двух аспектах. Профессиональная компетентность включает знание различных сторон проектирования и производства продукции, значений показателей качества аналогов, требований потребителей, условий и характера эксплуатации (потребления) продукции, а также перспектив её развития, отражённых в НИР, патентах и т. д. Квалиметрическая компетентность экспертов подразумевает чёткое понимание каждым экспертом сущности количественной оценки измерения качества объектов. Квалиметрическая компетентность подразумевает знание принципов и методов количественной оценки качества и умение их практически использовать.

Заинтересованность эксперта в участии в работе экспертной комиссии зависит от его индивидуальных особенностей, загруженности основной работой, целей экспертизы и возможности использования её резервов в своей практической деятельности.

Деловитость экспертов включает их пунктуальность, собранность, оперативность и обоснованность суждений.

Объективность экспертов состоит в вынесении ими суждений, характеризующих действительный уровень качества оцениваемой продукции. Необъективность экспертов состоит в завышении (занижении) оценок качества продук-

ции по причинам, не имеющим отношения к истинному уровню качества объектов оценки.

Кроме того, к экспертам могут предъявляться и некоторые специфические требования, определяемые конкретными целями оценки качества и особенностями оцениваемой продукции.

Так, например, в пищевой промышленности при подборе экспертов следует учитывать их психофизиологические возможности и состояние их здоровья. При разработке требований к экспертам по пищевой продукции в состав рабочей группы должен входить специалист–психолог. Эксперты, оценивающие такие потребительские свойства изделий машиностроения, как эстетичность и эргономичность, должны использовать необходимые знания в области художественного конструирования (дизайне).

На практике для подбора экспертов широко используются и методы количественной оценки их качества (методы квалиметрии квалиметрологов), которые можно разделить на следующие группы:

- 1) эвристические;
- 2) статистические;
- 3) тестовые;
- 4) документальные;
- 5) комбинированные.

Наиболее широко используются *методы эвристической оценки*, которые основаны на том, что представление, сложившееся о данном эксперте у окружающих или у него самого достаточно правильно отражает его истинные качества. Исходя из этого, методы эвристической оценки подразделяют на: *самооценку, взаимооценку и оценку экспертов членами рабочей группы*.

Методами самооценки эксперты оценивают свою информированность и степень знакомства с различными сторонами производства и потребления продукции. Чтобы повысить объективность самооценки экспертов, рекомендуется проводить её более дифференцированно, для чего экспертам предлагается заполнить специальную карту самооценки, подготовленную рабочей группой, в которой каждый эксперт должен отметить регулярность чтения им перечисленных там источников информации, а также ответить на вопросы, определяющие степень знакомства с оцениваемой продукцией. Значение комплексного (обобщённого) показателя самооценки определяется по формуле

$$K_{сам} = \sum_{i=1}^n m_i \cdot K_i,$$

где m_i – весомости показателей информированности и знакомства;

K_i – значения показателей информированности и знакомства, определяемые членами рабочей группы на базе информации, содержащейся в карте самооценки;

n – количество показателей информированности и знакомства.

Таким образом, значения m_i и K_i определяются членами рабочей группы,

и если $\sum_{i=1}^n m_i = 1$, $0 \leq K_i \leq 10$, то $0 \leq K_{сам} \leq 10$.

Взаимооценку $K_{вз}$ члены экспертной группы дают друг другу по профессиональной компетентности. Значение оценки компетентности каждого эксперта определяется как среднее из значений оценок, назначенных всеми остальными экспертами. Процедуру взаимооценки легко можно осуществить при относительно небольшом количестве членов экспертной группы ($n < 15$). В случае большого количества экспертов ($n \geq 15$) экспертам бывает затруднительно объективно дифференцировать коллег по уровню компетентности, и для облегчения решения задачи рекомендуется модернизировать процедуру взаимооценки, для чего каждому эксперту рекомендуется разделить всех экспертов на 3 подгруппы в соответствии со своим представлением об уровне их компетентности (высокий, средний, низкий). При этом количество экспертов в подгруппе должно быть не более 6–8 человек.

Эксперт в каждой подгруппе сначала ранжирует всех оцениваемых экспертов, а затем оценивает их по 10-балльной шкале. Значения оценок даются с точностью до 0,5 балла. Значения индивидуальных оценок сводятся в значения средних оценок для каждого эксперта. Взаимооценка менее объективна, чем самооценка, так как члены экспертной группы могут слабо знать друг друга.

При определении значения *оценки эксперта членами рабочей группы* $K_{Р.Г.}$ они исходят из отношения экспертов к выполняемой экспертной оценке качества продукции, их деловитости и активности при обсуждении значения экспертных оценок.

При использовании **методов статистической оценки** значения оценок экспертов получают в результате статической обработки их суждений по какому-либо вопросу, связанному с количественной оценкой качества объектов (прямое оценивание некоторых свойств, ранжирование свойств в зависимости от их значимости, ранжирование самих объектов, исходя из уровня их качества и т. д.).

К методам статистической оценки относят оценку *по отклонению от средней оценки экспертной группы* $K_{ос}$ и *оценку воспроизводимости результатов* $K_{вр}$, которые могут быть получены после обработки результатов специальных опросов, предшествующих операции формирования экспертной группы. Данные оценки являются индивидуальными оценками качества каждого эксперта.

Кроме индивидуальных оценок качества экспертов, оценке подвергается и качество экспертной группы в целом, которое характеризуется таким статистическим параметром, как коэффициент конкордации или коэффициент ранговой корреляции. Этот коэффициент определяет степень согласованности суждений экспертов.

В основе индивидуальной оценки экспертов по показателю $K_{ос}$ лежит предпосылка, что истинным значением определяемой экспертами величины

может считаться значение средней оценки экспертной группы. Чем меньше отклонение значения индивидуальной оценки, назначенной экспертом, от групповой средней оценки, тем выше качество этого эксперта. Этот показатель используют в том случае, когда эксперт определяет численные значения оцениваемых свойств (в баллах, долях единицы или процентах). Для характеристики качества каждого эксперта используется расстояние между средним рядом значения оценок и значениями оценок, назначенных данными экспертами. Точное расстояние и определяет показатель K_{oc} (оценка качества эксперта по 10-балльной шкале):

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

$$\rho_j = \frac{\sum_{i=1}^n |\bar{K}_i - K_{ij}|}{2 \sum_{i=1}^n \bar{K}_i},$$

где $\bar{K}_i$ – среднее значение i -той оцениваемой величины/свойства;

K_{ij} – значение i -той величины, назначенное j -тым экспертом.

Пример. В таблице представлены результаты экспертной оценки в баллах восьми показателей качества, проведенной пятью экспертами.

Эксперт	Оценка в баллах показателей качества								Отклонение от средней оценки $\sum_{i=1}^n \bar{K}_i - K_{ij} $	K_{oc}
	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	Q_6	Q_7	Q_8		
1	2	1	5	3	4	8	8	7	5,0	9,3591
2	3	2	6	4	5	6	7	7	3,8	9,5128
3	1	2	4	5	5	6	7	8	6,6	9,1538
4	4	2	7	4	3	8	7	6	7,2	9,0769
5	2	1	5	5	4	6	7	8	4,2	9,4615
Сред. оценка, $\bar{K}_i$, баллы	2,4	1,6	5,4	4,2	4,2	6,8	7,2	7,2	$\sum_{i=1}^n \bar{K}_i = 39$	

В основу оценки качества экспертов по показателю *воспроизводимости* $K_{вр}$ положена предпосылка, что высоким может считаться качество эксперта, для которого свойственна высокая воспроизводимость назначенных значений оценок, т. е. значения оценок одного объекта, назначенные экспертом в нескольких (двух) турах опроса должны быть достаточно близкими. Расхожде-

ние/близость оценок и характеризует качество эксперта. Порядок обработки результатов аналогичен тому, как и в K_{OC} .

Чтобы обеспечить необходимую достоверность такой оценки, временной интервал между проводимыми турами опроса не должен быть очень малым. При оценке качества экспертной группы по *коэффициенту конкордации* W , характеризующему согласованность суждений экспертов, им предлагается решить задачу ранжирования некоторых объектов/свойств по определённому признаку (например, проранжировать объекты исходя из комплексной оценки их уровня качества, проранжировать свойства/показатели качества исходя из значимости).

Методика расчета коэффициента конкордации по полученным экспертами оценкам представлена в разделе 2.6.

Коэффициент конкордации изменяется от 0 до 1. Значение, равное 1, соответствует полной согласованности мнений экспертов. Считается приемлемым значение коэффициента конкордации $W > 0,5$.

Суть **тестовых методов** заключается в проведении специальных испытаний, в ходе которых в первую очередь оцениваются психофизиологические особенности экспертов, от которых зависит их качество. С помощью специальных тестов оцениваются такие свойства, как объективность, квалитетическая и профессиональная компетентность. При разработке и испытании тестовых задач следует соблюдать ряд требований:

1. Эксперт должен ясно понимать постановку тестовой задачи и условия, которые должны удовлетворять ее решение.

2. Вероятность случайного угадывания решений задачи должна быть близка к нулю.

3. Тестовая задача должна иметь точное и однозначное решение.

4. Должна быть обоснована близость тестовой задачи и тех реальных задач, которые предстоит решать экспертам при оценке качества реального объекта.

Тестовые методы – одни из наиболее эффективных, но они не нашли широкого распространения ввиду сложности реализации.

К **документальным методам оценки** относят:

1. Оценку компетентности экспертов по отдельным документальным данным (количество научных публикаций, участие в выставках, конференциях, работа, стаж, возраст, здоровье, владение иностранными языками и т. д.).

2. Оценку компетентности по служебному статусу, научной степени и званию.

Применяя документальные оценки, необходимо учитывать следующие обстоятельства:

- большая часть факторов, влияющих на документальные оценки в той или иной степени, учитывается при взаимооценке и других частных оценках;

- количество факторов, влияющих на документальные оценки, зависит от области работы эксперта.

Сущность **комбинированных методов** заключается в том, что оценку каждого эксперта получают в результате совместного применения совокупности перечисленных выше методов. Причем полная характеристика качества каждого эксперта получается при использовании всех перечисленных методов путем вычисления значения некоторой комбинированной (обобщенной) оценки. Для сведения всех частных оценок в значение обобщенной оценки чаще всего используют формулу средневзвешенной арифметической величины. Комплексную оценку качества экспертов определяют на практике часто с использованием следующего выражения, полученного экспертным методом:

$$K_{\Sigma} = 0.15 * K_{сам} + 0.20 * K_{вз} + 0.10 * K_{рг} + 0.25 * K_{ос} + 0.30 * K_{вр}$$

Если по каким-либо причинам невозможно или сложно получить значения оценок $K_{ос}$, $K_{вр}$ или $K_{рг}$, то можно ограничиться упрощенной комбинированной оценкой:

$$K_{\Sigma} = 0.40 * K_{сам} + 0.60 * K_{вз}.$$

В зависимости от конкретных условий оценки качества продукции возможно использование и других сочетаний методов.

4.3 Методы опроса экспертов

Для получения суждений экспертов их опрос может быть индивидуальным или групповым.

При индивидуальном методе ведется опрос каждого эксперта отдельно. При групповом – совместно опрашивается часть экспертной группы или вся группа. Индивидуальный опрос может проводиться очным или заочным способом. При очном опросе каждый эксперт высказывает в устной форме свои суждения лицу, проводящему опрос. При заочном такой контакт отсутствует и эксперт заполняет самостоятельно карту опроса или анкету.

Групповой метод делится на способы опроса с и без взаимодействия. Опрос с взаимодействием предполагает обсуждение мнений экспертов на заседании группы экспертов; без взаимодействия такое обсуждение отсутствует.

По технике опроса все экспертные методы делятся на два способа: когда технический работник, проводящий опрос, имеет дело сразу с группой экспертов и когда он контактирует непосредственно с каждым экспертом в отдельности. Применительно к последнему случаю при экспертном опросе используются технические приемы, в основном совпадающие с теми, которые используются в социологии (где они впервые и были предложены):

- 1) интервьюирование;
- 2) интервью-анкета;
- 3) анкетирование;
- 4) смешанное анкетирование.

Интервью: технический работник выявляет экспертные суждения в ходе свободной (но проводимой по заранее определенной программе) беседы с экс-

пертом. При этом для создания более непринужденной обстановки интервьюер обычно оформляет протокол беседы после ее окончания, а в ходе ее при необходимости делает только краткие заметки.

Интервью-анкета: задаваемые вопросы носят более конкретный характер, а их последовательность заранее достаточно жестко определена. Технический работник письменно фиксирует экспертные суждения, заполняя в присутствии эксперта предварительно подготовленную анкету.

Анкетирование: эксперт письменно отвечает на вопросы анкеты, руководствуясь прилагаемой к ней пояснительной запиской. В процессе заполнения анкеты он непосредственно не контактирует с проводящим опрос техническим работником (заочное анкетирование).

Смешанное анкетирование: при этом методе технический работник общается с экспертом. Он разъясняет ему оставшиеся непонятными вопросы анкеты, уточняет детали, при необходимости ставит дополнительные вопросы и т. д.

Каждый из перечисленных выше технических приемов отличается от других по степени информационного взаимодействия между экспертом и техническим работником; по степени объективности выносимых экспертных суждений; по трудоемкости проведения экспертного опроса. Поэтому не может быть однозначной рекомендации по применению какого-то одного технического приема во всех ситуациях экспертного опроса.

Если не лимитируется общая длительность проведения опроса, то целесообразно применить интервью-анкету или смешанное анкетирование.

Если на длительность опроса накладываются такие ограничения, которые не позволяют применить интервью-анкету, то целесообразно воспользоваться смешанным анкетированием.

Если количество экспертов очень велико или отсутствует возможность собирать экспертов вместе, можно применить анкетирование.

Интервью целесообразно применить только как исключение в тех крайне редких случаях, когда, например, по условиям решаемой задачи необходимо иметь экспертные оценки, выраженные в количественной форме, а эксперт с трудом оперирует такими оценками при ответе на задаваемые ему вопросы.

В ходе экспертной оценки качества выполняемые экспертами операции делятся на:

- 1) прямое оценивание, суть которого заключается в назначении оцениваемым объектам количественного признака. Например, назначение балльных оценок объектам в соответствии с выраженностью их эстетических свойств;
- 2) ранжирование, суть которого заключается в упорядочении оценивания объектов в соответствии с определенным признаком (показателем качества образцовой продукции). Например, расположение ПК продукции в порядке их значимости;
- 3) парное сравнение заключается в сравнении каждого объекта с каждым из всех остальных (в соответствии с определенным признаком) с це-

лью их ранжирования или оценивания по степени выраженности этого признака;

- 4) последовательное сравнение включает операцию 2, назначение объекту, стоящему первым в ранжируемом ряду, заданного числа и количественное прямое оценивание всех последующих объектов путем сопоставления с первым объектом.

Для экспертной оценки качества продукции используют безразмерные шкалы, позволяющие выражать оцениваемые свойства в долях единицы, в %, баллах или содержащие некоторые качественные характеристики. Оценка в долях единицы и % может быть переведена в оценку в баллах. Например, оценка 40 % или 0.4 аналогична оценке 4 балла по десятибалльной шкале.

4.4 Метод Дельфи в экспертной оценке качества продукции

В настоящее время наиболее совершенным с точки зрения организации и опроса экспертов считается метод Дельфи.

Данный метод был предложен в начале 50-х годов и первоначально его использовали в военной области. Характерные черты метода:

- ответы на поставленные перед экспертами обязательно должны содержать количественные оценки;
- проводится несколько туров опроса;
- после каждого тура опроса все опрашиваемые эксперты знакомятся с ответами коллег;
- от экспертов получают обоснования их мнений и доводят их до сведения других участников экспертизы, что позволяет более точно учитывать различные факторы, влияющие на результирующие оценки;
- статистическая обработка полученных ответов экспертов производится после каждого тура опросов.

Таким образом, метод Дельфи состоит в выявлении преобладающего мнения специалистов-экспертов по какому-либо вопросу в обстановке, исключающей прямые дебаты между ними, но вместе с тем позволяющей им снова и снова взвешивать свои суждения с учетом ответов и доводов коллег. Количество проводимых туров опросов зависит от требований к достоверности и квалификации и опыта эксперта. В среднем считается достаточным 3 тура при количестве экспертов 10–12.

Особенность методики – отсутствие прямых контактов между экспертами. Вследствие этого нет необходимости собирать их вместе в одно время, а также на оценки экспертов не оказывают влияние мнения наиболее авторитетных специалистов и мнение большинства.

Учебное издание

Петюль И.А., Шеверина Л.Н.

КВАЛИМЕТРИЯ

Конспект лекций

Редактор Е.А. Шермет
Технический редактор Р.А. Никифорова
Корректор Е.М. Богачева
Компьютерная верстка Р.А. Никифорова

Подписано к печати _____ Формат 60х90 1/16. Бумага офсетная № 1.
Гарнитура «Таймс». Уч.-изд. листов _____ Усл. печ. листов _____
Тираж _____ экз. Заказ № _____

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет». 210035, Витебск, Московский пр., 72

Отпечатано на ризографе учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».

Лицензия № 02330/0494384 от 16 марта 2009 г.