

ПЕРМСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

А. М. Елохов, Т. А. Арбузова

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

Часть I. Основы квалиметрии



Пермь 2020

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

А. М. Елохов, Т. А. Арбузова

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

Часть I. ОСНОВЫ КВАЛИМЕТРИИ

3-е издание, переработанное и дополненное

*Допущено методическим советом
Пермского государственного национального
исследовательского университета в качестве
учебного пособия для студентов, обучающихся
по направлению подготовки бакалавров
«Менеджмент»*



Пермь 2020

УДК 658.56(075.8)

ББК 65.9(29)

E537

Елохов А. М.

- E537 Управление качеством. Часть I. Основы квалиметрии [Электронный ресурс] : учебное пособие : в 2 ч. / А. М. Елохов, Т. А. Арбузова ; Пермский государственный национальный исследовательский университет. – 3-е изд., перераб. и доп. – Электронные данные. – Пермь, 2020. – 1,65 Мб; 111 с. – Режим доступа: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnie-posobiya/eloxov-arbuzova-upravlenie-kachestvom-osnovy-kvalimetrii-ch1.pdf>. – Заглавие с экрана.

ISBN 978-5-7944-3474-3

ISBN 978-5-7944-3475-0 (Ч. 1)

В соответствии с тематическим планом дисциплины «Управление качеством» в учебном пособии рассматриваются основные понятия квалиметрии, используемые для обоснования управленческих решений в сфере качества в организации.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров «Менеджмент».

УДК 658.56(075.8)

ББК 65.9(29)

*Издается по решению ученого совета экономического факультета
Пермского государственного национального исследовательского университета*

Рецензенты: отдел управления качеством АО «Медисорб» (директор по качеству АО «Медисорб», к.ф.н., доцент
Т. С. Шестакова);

доцент кафедры экономики и финансов ПНИПУ, к.э.н.
А. П. Горшков

© ПГНИУ, 2020

© Елохов А. М., Арбузова Т. А., 2009

ISBN 978-5-7944-3474-3

ISBN 978-5-7944-3475-0 (Ч. 1)

© Елохов А. М., Арбузова Т. А. (переиздание),
2020

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Глава 1. Основы квалитметрии.....	5
1.1. Значение качества в современных условиях.....	5
1.2. Подходы к определению качества.....	12
1.3. Задачи и принципы квалитметрии.....	16
Глава 2. Показатели качества.....	22
2.1. Понятие и классификация показателей качества.....	22
2.2. Содержание показателей качества.....	30
2.3. Способы определения показателей качества.....	38
Глава 3. Оценка уровня качества.....	43
3.1. Понятие и процедура оценки уровня качества.....	43
3.2. Методы оценки уровня качества.....	46
3.3. Цели и задачи оценки уровня качества на этапах жизнен- ного цикла продукции.....	58
Глава 4. Экономическая оценка качества.....	66
4.1. Понятие и классификация затрат на качество.....	66
4.2. Управление затратами на качество.....	72
4.3. Экономический эффект затрат на качество.....	89
Заключение	108
Список использованной литературы.....	109

ВВЕДЕНИЕ

Качество продукции согласно российскому стандарту ГОСТ Р ИСО 9000: 2015 определяется как «степень соответствия совокупности присущих *характеристик объекта требованиям*». Это определение предполагает необходимость измерения показателей качества, т. е. использование квалиметрии. Квалиметрическая наука изучает методы количественной оценки качества, используемые для обоснования управленческих решений.

Квалиметрия по праву рассматривается как основа управления качеством в организации. Это объясняется тем, что важнейшей задачей квалиметрии является объективное установление уровня качества – краеугольного камня конкурентоспособности организации. Более того, успешное решение задач управления предполагает использование количественных характеристик объектов и процессов, определяющих их состояние и траекторию развития. Это утверждение подтверждается высказываниями выдающихся ученых, например: К. Маркса («Любая наука только тогда достигает совершенства, когда она начинает пользоваться количественными методами исследования»), А. Эйнштейна («В любой науке столько истины, сколько в ней математики»), Н. Винера («Математика позволяет нам разобраться в том хаосе, который нас окружает»).

В учебные программы подготовки введен курс «Менеджмент качества», который предусматривает изучение основ квалиметрии.

Основная **цель** данного учебного пособия – знакомство читателей с методами количественными оценки качества продукции и услуг.

Основные **задачи** квалиметрического раздела учебного курса «Менеджмент качества»:

- изучить принципы и методы количественной оценки качества;
- освоить методики определения показателей качества;
- привить навыки принятия ситуационных управленческих решений на основе оценки затрат и эффекта от повышения качества.

В результате изучения основ квалиметрии читатели должны знать, что такое квалиметрия и какова ее роль в системе управления качеством в организации, уметь рассчитывать и классифицировать показатели качества, владеть методами оценки уровня качества, определять эффективность повышения качества.

Глава 1. Основы квалиметрии

1.1. Значение качества в современных условиях

Футурологи называют XXI в. веком качества. Качество продукции и услуг выступает индикатором рациональности и эффективности труда, источником конкурентоспособности бизнеса, признаком социально ориентированной экономики, условием достойной жизни людей.

Проблема качества весьма актуальна для России. Имеются нерешенные вопросы качества в сферах образования, здравоохранения, производстве товаров и услуг для населения, государственного управления и местного самоуправления, институтах рынка, правовой основы их функционирования.

Россия должна упрочить свои позиции как ведущей мировой державы, обеспечивающей инновационное развитие экономики и повышение уровня жизни населения. Для решения этой задачи следует переориентировать усилия организаций и каждого работника с экстенсивных факторов развития на обеспечение качества работ, продукции, услуг и управления. Необходимо, чтобы каждый работник знал, что такое качество, как обеспечивать высокое и стабильное качество, управлять качеством.

Масштабы проблемы качества тесно связаны с развитием общественного производства. На ранних этапах производство продукция осуществлялось ремесленниками. Качество изделий и услуг соответствовало запросам потребителей и эффективно удовлетворялось при рациональном использовании ресурсов. С разделением труда перечень работ возрос настолько, что рабочий начал контролировать только качество выполняемой им операции. Качество конечного продукта труда стало результатом влияния многих факторов. В результате резко выросло количество брака и обострилась проблема качества.

Рост значения качества продукции и услуг для современных организаций обусловлен влиянием внутренних и внешних факторов. Рассмотрим важнейшие из них.

Внешние факторы

1. Изменение потребностей. Производство продукции и оказание услуг обеспечивают удовлетворение многообразных потребностей людей. Рост потребностей требует не только увеличения объемов производства продукции и оказания услуг, но и удовлетворения потребностей в новом, более высоком качестве.

Рост качества продукции и услуг является обобщенным показателем возвышения потребностей покупателя. Степень удовлетворения потребности определяется возможностью получить наиболее качественную продукцию или услугу при меньших ценах потребления, т. е. суммы затрат на их приобретение и потребление. Удовлетворение потребителя наступает, если соотношение качества и цены потребления больше единицы. Следовательно, оценку качества продукции и услуг целесообразно проводить по показателям изменения спроса и предложения. Параметры эластичного спроса и предложения являются функцией цены и качества покупок. Схема этой зависимости показана на рис. 1.

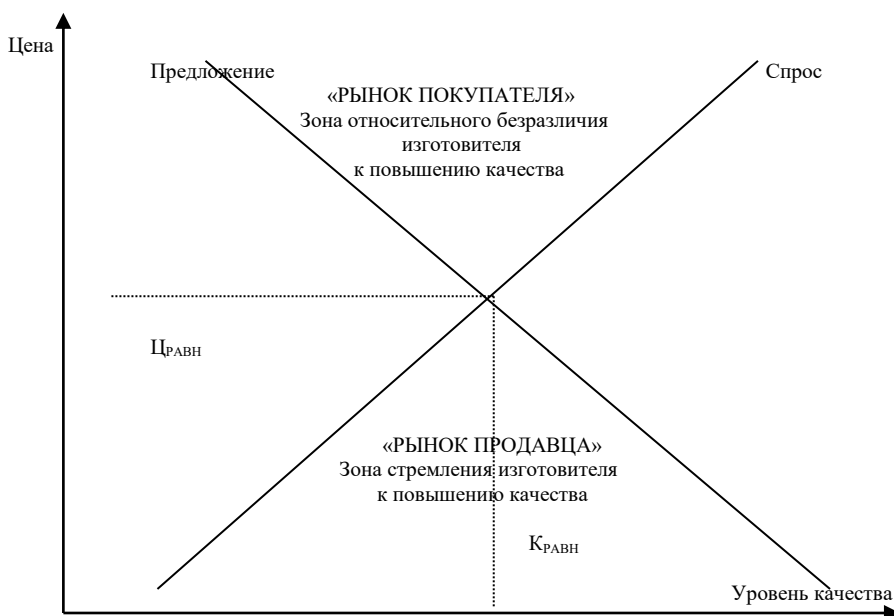


Рис. 1. Динамика спроса и предложения в зависимости от цены и качества продукции или услуг

На рис. 1 видно, что чем выше уровень качества, тем больше спрос при одной и той же цене. Если спрос превышает предложение, производитель становится безразличен к повышению качества и стремится к завышению цены продукта или услуги, в противном случае – соответственно, наоборот. При одном и том же уровне качества смещение кривых спроса и предложения вправо или влево происходит при соответствующем изменении цены.

Итак, качественной признается продукция или услуга, если ее:
а) выгодно покупать, б) выгодно производить. Оптимальность качества можно оценить по прибыли, которую получают оба участника рыночных отношений от потребления и производства качественной продукции или услуги.

2. *Прогресс науки и техники* (НТП) влияет на рост значения качества во всех сферах жизни и деятельности людей. В табл. 1 показаны периоды распространения качественно новых технологических укладов и комплексов технических нововведений в странах – лидерах мировой экономики.

Таблица 1

**Периоды роста качества технологических укладов
и технических нововведений**

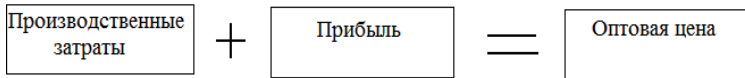
Характеристика	Номер технологического уклада					
	1	2	3	4	5	6
Рост качества технических средств	Машины для обработки			Автоматы для обработки		
	материалов	материалов, энергии	материалов, энергии, информации	материалов	материалов, энергии	материалов, энергии, информации
Год начала внедрения	1725	1775	1825	1875	1925	1975
Год полного внедрения	1775	1825	1875	1925	1975	2025
Год отмирания новшества	1875	1925	1975	2025	2075	2125

Основой первого технологического уклада являются машины для трансформации веществ (МВ), второго – комплекс машин для трансформации вещества и энергии (МЭ), третьего – комплекс машин для обработки вещества, энергии и информации (МИ). Состав элементов четвертого технологического уклада пополнился автоматами для переработки вещества (АВ). В комплексе пятого технологического уклада преобладают автоматы для трансформации вещества и энергии (АЭ). Шестой уклад – комплекс автоматов для обработки вещества, энергии и информации (АИ). Типичными представителями техники четвертого уклада являются автоматические линии, используемые в массовом производстве и требующие участия человека в переналадке при переходе на выпуск новой продукции. Представителями пятого уклада являются гибкие автоматизированные производства, позволя-

ющие без участия человека производить под управлением системы компьютеров широкую номенклатуру продуктов.

3. *Усиление конкуренции производителей.* Начиная с середины 70-х гг. XX в. модель рынка начала меняться. Рынок продавца трансформировался в рынок покупателя (рис. 2).

Рынок производителя:



Рынок потребителя:

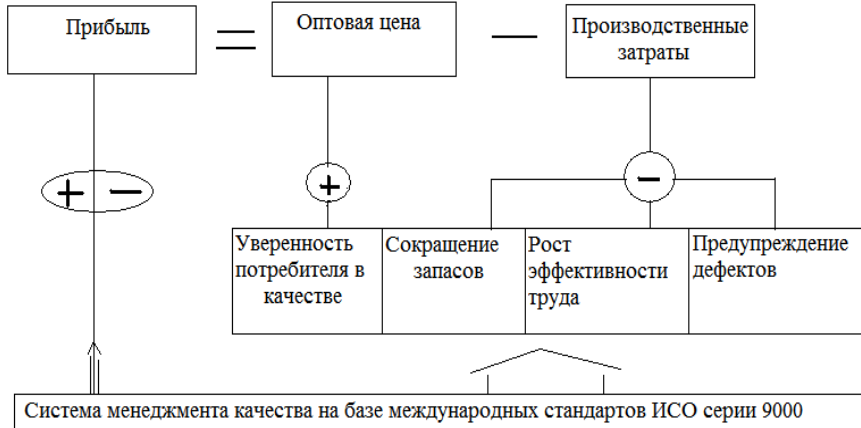


Рис. 2. Модели рынка продавца и покупателя

4. *Трансформация внешних экономических отношений.* Значение качества товаров, реализуемых на внешних рынках, выходит за пределы только экономической сферы и все более приобретает политический оттенок, отражает прогрессивность нации. Оценки качества выступают как своеобразные международные торговые стандарты, свидетельствующие об экономическом и научно-техническом потенциале государства.

Факторы, связанные с организацией (внутренние)

1. *Рост затрат на обеспечение качества при продвижении от проектирования к производству.* Затраты возрастают на порядок с каждым этапом. Например, если устранение ошибки на стадии проектирования стоит 1 тыс. руб., то на стадии производства оно обойдется в 10 тыс. руб., на стадии монтажа и наладки у заказчика – 100 тыс. руб., а в процессе эксплуатации оно будет стоить 1 млн руб.,

если вообще окажется возможным. Структура затрат по этапам обеспечения качества в отечественном машиностроении отражена в табл. 2.

Таблица 2

Структура затрат на качество по этапам ЖЦП, %

Этап жизненного цикла продукта	Доля в суммарных затратах	Влияние на общие затраты
Исследования и разработка	1–6	60–80
Производство	40–45	5–10
Доведение до ввода в эксплуатацию	5–15	20–30
Эксплуатация	40–54	15–25

2. *Рост ущерба от выпуска некачественной продукции, работ, услуг.* Например, из-за плохих дорог средняя скорость автомобильных перевозок в России вдвое ниже, чем в развитых странах. На дороге с ухабами автомобиль расходует до полутора раз больше горючего. Затраты на обслуживание автомобилей, которые ездят по ухабам, возрастает в 2,5–3,4 раза, срок службы машины сокращается на 30 %, а ее производительность падает более чем в два раза. Некачественное покрытие дороги повышает стоимость перевозок на 30–50 %.

Расходы на производство автомобилей составляют 1,5 % от общих расходов, затрачиваемых в течение всего жизненного цикла изделия. Примерно 46 % расходов идет на текущие ремонты, 45,5 % – на техническое обслуживание и 8,5 % – на капитальный ремонт.

3. *Изменение массового типа производства*, которое сформировалось в конце XIX – начале XX в. под влиянием Ф. Тейлора и Г. Форда. На смену ему идет “Lean production”, что можно перевести как «щадящее», или «рачительное», производство. Массовое изготовление стандартных изделий заменяется производством изделия, которое нужно потребителю в требуемом объеме и в определенное время (табл. 3).

Таблица 3

Сопоставление параметров по типам производств

Параметры сравнения	Производство		
	ремесленное	массовое	рачительное
Отношение к потребителю	Изготавливает нужное потребителю	Изготавливает возможное для производителя	Изготавливает нужное потребителю
Оборудование	Малопроизводительное, общего назначения	Высокопроизводительное, узкоспециализированное	Высокопроизводительное, широкоспециализированное
Рабочая сила	Высококвалифицированная	Низкоквалифицированная	Высококвалифицированная
Использование сырья	Рациональное	Нерациональное	Рациональное
Разделение труда	Собственник, менеджер, изготовитель – одно лицо	Собственник, менеджер, изготовитель – разные лица	Собственник, менеджер, изготовитель – команда
Организационная структура	Плоскостная, гибкая, децентрализованная	Вертикальная, жесткая, централизованная	Горизонтальная, гибкая, командная
Адаптивная способность	Высокая	Низкая	Высокая

4. *Переход к менеджменту, основанному на управлении качеством.* Эта взаимосвязь отражена на рис. 3. Условные обозначения:

MBQ – Management by Quality – менеджмент на основе качества;

MBO – Management by Objectives – управление по целям;

TQM – Total Quality Management – Всеобщий менеджмент качества;

UQM – Universal Quality Management – универсальный менеджмент качества;

QM – Quality Management – менеджмент качества;

TQC – Total Quality Control – всеобщий контроль качества;

CWQC – Company Wide Quality Control – контроль качества в масштабе всей компании;

QC – Quality Circles – кружки контроля качества;

ZD – Zero Defect – система «Ноль дефектов»;

QFD – Quality Function Deployment – развертывание функции качества;

SQC – Statistical Quality Control – статистический контроль качества.

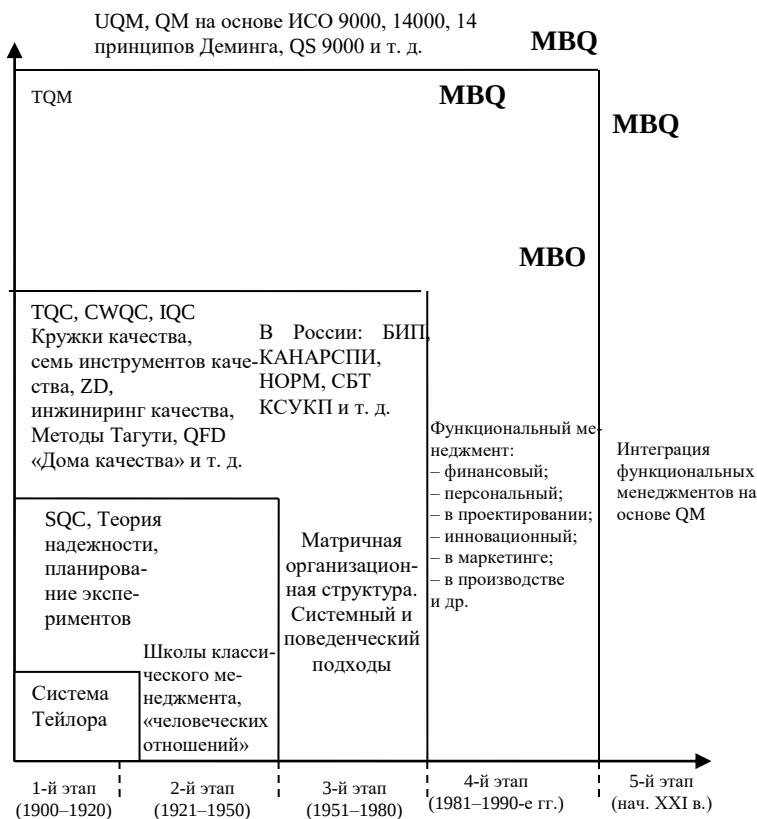


Рис. 3. Взаимодействие общего менеджмента и менеджмента качества

Общей основой общего менеджмента и менеджмента качества выступает система Ф. Тейлора. В период времени с 1920-х гг. до начала 1980-х гг. траектории развития общего менеджмента и менеджмента качества расходятся. Менеджмент качества трактовался как инженерно-техническая наука, занимающаяся проблемами контроля и управления, вариабельностью продукции и процессов производства; общий менеджмент – как наука, направленная на решение проблем организационного и социально-психологического плана.

В период 1920–1950-х гг. в управлении качеством стали использоваться статистические методы контроля – SQC (У. А. Шухарт, Г. Ф. Додж, Г. Г. Роминг и др.). Были разработаны контрольные карты, обосновывались выборочные методы контроля качества продукции и регулирования процессов. В этот период усилилось внимание к управ-

ленческим вопросам обеспечения качества, роли высшего руководства в решении проблем качества. В принципах Э. Деминга уже трудно отделить инженерные методы обеспечения качества от проблем общего менеджмента.

В 1950–1970-е гг. внутрифирменные системы менеджмента качества начинают еще называться системами контроля качества: TQC (А. Фейнгенбаум), CWQC (К. Исикава), QC-circles (методы Г. Тагути). Одновременно с этим в рамках «инжиниринга» начинается сближение методов обеспечения качества и общего менеджмента. За рубежом примером такого сближения является система «Ноль дефектов» (Ф. Кросби). В России это проявилось в Саратовской системе БИП, Горьковской КАНАРСПИ, Ярославской НОРМ, Львовской СБТ, Комплексной системе управления качеством продукции (КСУКП).

С 1980-х гг. менеджмент качества формирует интегрированную систему теоретических и практических средств, которая получила название менеджмента на основе качества (MBQ). Общий менеджмент, напротив, распадается на ряд функциональных, достаточно независимых дисциплин (финансы, персонал, инновации, маркетинг и т. д.), а в теоретическом плане предстает как управление по целям (MBO). Основная идея этой концепции заключается в создании «дерева целей», а затем в проектировании системы организации и мотивации достижения этих целей.

В современных условиях менеджмент качества (QM) становится общим менеджментом фирм. Одновременно происходит процесс интеграции MBO и MBQ (как было на первом этапе в системе Тейлора), но уже на основе MBQ. Сегодня ни одна организация, не уделяющая внимание менеджменту качества, не может рассчитывать на конкурентный успех в бизнесе и на общественное признание.

5. *Переход к проектному менеджменту.* Все члены проектной команды работают на общую цель. Качество работы каждого участника проекта формирует общее качество результата. Брак в работе даже одного участника сводит на нет общий результат.

Осознание необходимости повышения качества продукции, услуг требует рассмотрения основных подходов к определению этого термина.

1.2. Подходы к определению качества

Предметом изучения квалиметрии является качество, поэтому необходимо сначала определить сущность этого термина.

Российская академия проблем качества сформулировала концептуальное определение качества, в соответствии с которым оно яв-

ляется одной из основополагающих категорий, формирующих образ жизни, социальную и экономическую основу для успешного развития человека и общества. Такая формулировка четко определяет значимость деятельности по совершенствованию качества, но является слишком общей и не дает представления о сути самого понятия «качество».

Существует более 100 различных трактовок понятия качества. Различают философское, технико-правовое и социально-экономическое понятие качества.

1. *Философская трактовка* состоит в том, что *качество – это сущностная определенность объекта*.

Аристотель (384–322 гг. до н.э.) одним из первых занялся анализом категории качества. По его мнению, качество следует рассматривать как видовое отличие, т. е. «преобладающий видовой признак, который отличает данную сущность от других, принадлежащих к тому же роду». Аристотель также поставил вопрос о связи качества с количеством.

Гегель (1770–1831 гг.) доказал связь качества и количества. Он утверждал, что реальные объекты имеют свою «меру качества», свои границы, за количественными пределами которых изменяется качество объекта. Так, если охлаждать воду, то при минусовой температуре она становится льдом, при 0°C – водой, при 100°C – паром. Очевидно, что один и тот же объект в разных условиях может иметь различные качества.

Качество как сущностная характеристика объекта реализуется через свойства. Свойство есть особенность качества. Всякое свойство имеет свою интенсивность количественного проявления.

2. *Технические и правовые науки* определяют качество по измерению степени соответствия его свойств установленным нормам.

Технические науки определяют качество на основе измерений показателей продукции или услуги, сопоставления их с аналогами, эталоном, требованиями НТД.

Правовые науки предполагают идентификацию свойств объекта требованиям нормативной и правовой документации. Качество рассматривается как соответствие правовым требованиям.

3. *Социальные и экономические науки* определяют качество как совокупность свойств объекта, проявляющихся в процессе его использования по назначению. *Социальный аспект* качества устанавливается при изучении мнений людей. Качественной считается продукция или услуга, которая признается и используется людьми.

Экономический аспект качества оценивается по соотношению достигаемого эффекта и цены удовлетворения потребностей (суммы затрат на приобретение и потребление продукции или услуги).

4. *Американские и английские* специалисты определяют качество продукции как ее *соответствие назначению*.

В европейских странах качество определено как степень соответствия продукции *требованиям потребителя*.

В СССР в соответствии с ГОСТ 15467-79 *качество определялось как совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением*.

В России в соответствии с ГОСТ Р 50779.11-2000 установлено, что качество – совокупность свойств и признаков продукции или услуги, которые влияют на их способность удовлетворять установленные или предполагаемые потребности.

С 2001 г. повсеместно используется определение качества, приведенное в ИСО 9000: «...степень соответствия совокупности присущих *характеристик объекта требованиям*». Показатель качества отражает уровень удовлетворения потребностей.

5. *Мнения крупнейших специалистов* в области качества, можно разделить на две группы (табл. 4).

Таблица 4

Подходы специалистов к определению качества

Специалист	Трактовка качества	Характеристики качества
1. Качество как соответствие требованиям		
Ф. Кросби	Соответствие установленным требованиям	1. Качество определено. 2. Требования установлены. 3. Качество и требования к нему выражены количественно
Дж. Джуран	Пригодность к применению	1. Использование одновременно связано с требованиями потребителя и техническими условиями
Г. Тагути	Качество – это потери в обществе при потреблении продукции	1. Качество – это социальные потери, связанные с функциями и возможностями продукции
В. Шухарт	Качество – объективная реальность и то, что мы думаем в отношении этой объективной реальности	1. Качество имеет две стороны: субъективную и объективную. 2. Измерение качества – ценность продукции. 3. Стандарты качества отражают характеристики продукции. 4. Оценка качества на основе статистических методов

Специалист	Трактовка качества	Характеристики качества
2. Качество как удовлетворение потребностей		
Э. Деминг	Качество определяется конкретным человеком	1. Качество – удовлетворенность потребителя. 2. Качество многомерно. 3. Существуют степени качества
К. Исикава	Качество в узком смысле – качество продукции, в широком смысле – качество работы, информации, процесса, подразделения, сотрудников	1. Качество эквивалентно удовлетворению потребителя. 2. Качество должно определяться всесторонне. 3. Определение качества вслед за потребностями 4. Цена продукции или услуги – важная часть качества
А. Фейгенбаум	Совокупность характеристик продукции, услуги, удовлетворяющих ожидания потребителя	1. Качество определяется в терминах удовлетворенности потребителя. 2. Качество многомерно и определяется в целом. 3. Качество – переменная величина, как и потребности
Дж. Харингтон	Качество – удовлетворение ожиданий потребителя	1. Качество – мера удовлетворения потребителя. 2. Качество связано с ценой и потребностями. 3. Высокое качество – превышение ожиданий потребителя при низкой цене

Следует отличать качество от потребительной стоимости, конкурентоспособности и технического уровня продукции или услуги.

Качество – это совокупность свойств и характеристик объекта, которые закладываются в производстве на основе изучения потребностей людей и возможностей организации, а проявляют себя при потреблении продукции или услуги (но могут проявляться и при контрольной проверке и испытаниях). *Потребительная стоимость* – это полезность вещи, определяемая людьми в конкретных условиях ее потребления или использования. Оценка полезности зависит от нескольких моментов. Во-первых, от комплекса свойств, которыми обладает объект. Во-вторых, от времени, когда производится оценка (в прошлом или в настоящем, зимой или летом и т. д.). В-третьих, от места (в самом широком смысле этого слова), где производится оценка.

Наконец, от конкретных обстоятельств и ситуаций во всем их многообразии, которые складываются в момент оценки.

Следовательно, качество – категория технико-экономическая, которая контролируется и оценивается с помощью технических средств. Потребительная стоимость – категория социально-экономическая. «Инструментом» оценки здесь служат мнения людей с позиций выгоды, эффективности, удобства, эстетичности, комфортности, престижности и т. п.

Технический уровень – это одно из проявлений качества, выражающее техническое совершенствование данного вида продукции или услуги. В то же время для некоторых видов продукции, например для машин, технологического оборудования, приборов, аппаратуры, конструкционных материалов, технический уровень играет определяющую роль в оценке качества. Для товаров народного потребления более важны качественные параметры, отражающие вкусы потребителя и полезность вещи с позиции удовлетворения конкретных потребностей людей.

Качество определяет конкурентоспособность продукции, наряду с ценой и техническим уровнем. Качество определяется свойствами, способными удовлетворить потребности людей, а конкурентоспособность определяется свойствами, которые отличают изделие или услугу от предложений конкурентов и интересны потребителю на конкретном рынке.

Таким образом, при определении качества следует прежде всего установить его объективную сущность, представляющую собой совокупность свойств и характеристик, хотя и способных удовлетворять потребности, но нейтральных к этому.

1.3. Задачи и принципы квалиметрии

Впервые вопрос о необходимости специального термина «квалиметрия» был поднят в октябре 1967 г. на неофициальном симпозиуме советских экономистов, инженеров и архитекторов. В 1970 г. члены Совета Европейской организации по контролю качества (ЕОКК) в целом одобрили этот термин.

В 1970-е гг. в связи с осознанием необходимости квалиметрии сформулированы основные задачи этой специальной области знания.

Во-первых, задачей квалиметрии является соизмерение эффекта от повышения качества с затратами на его обеспечение. Суть этой задачи отражена на рис. 4., по которому видно, что с повышением качества выгода производителя сначала растет быстро, а затем стабилизируется (кривая 1).

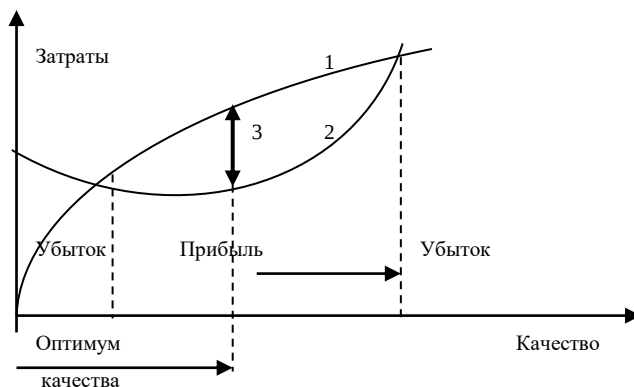


Рис. 4. Схема определения оптимального уровня качества

Однако повышение качества приводит к увеличению затрат (кривая 2). Уровень качества будет оптимальным при максимальной разности между выигрышем и затратами (линия 3).

Во-вторых, задачей квалиметрии является измерение качества, т. е. получение количественного размера свойств объекта, соответствующего требованиям единства измерений. Измеряемая величина – это некоторое свойство, которое необходимо выразить вполне определенно. *Цель* измерения – получение информации о реальном значении измеряемого параметра.

По признаку способа получения результата измерения разделяются на прямые, косвенные, совокупные и совместные.

Измерения называются *прямыми*, если результат получают на основе опытных данных.

Измерения называются *косвенными*, если искомая величина непосредственно не измеряется, а ее значение определяется по известной зависимости между этой величиной и результатами прямых измерений.

Измерения называются *совокупными*, если производится измерение нескольких однородных величин в различных их сочетаниях, выражаемых системой уравнений,

Измерения называются *совместными*, если одновременно проводятся измерения двух или нескольких неоднородных величин для установления зависимости между ними. Так, на основании совместных измерений температуры и габаритов вычисляют коэффициент линейного расширения твердого тела.

Совместные измерения по признаку используемых средств делятся на методы непосредственной оценки и методы сравнения.

Метод непосредственной оценки предполагает определение измеряемой величины путем отсчета или фиксации с помощью измерительного устройства. Примером является экспертный метод.

При использовании метода сравнения измеряемая величина сравнивается с эталонной величиной. Результаты сравнения выражаются в натуральных или безразмерных единицах. Метод сравнения имеет разновидности:

1) *метод противопоставления, или нулевой метод*, при котором измеряемая величина уравнивается соответствующей мерной величиной. Примером применения такого метода измерения является определение веса тела на рычажных весах;

2) *дифференциальный метод* предполагает неполное уравнивание измеряемой величины на основе вычисления разности между измеряемой величиной и известной величиной, воспроизводимой мерой;

3) *метод замещения*, при котором измеряемая величина заменяется известной величиной. Примером такого измерения является взвешивание тел на оттарированных (с указателем веса) пружинных весах.

В-третьих, задачей квалитетрии является выражение результатов измерений в форме шкал порядка, интервалов, отношений.

Шкала порядка позволяет получить ранжированные ряды размеров на основе попарного сопоставления всех имеющихся величин: $Q_1 > Q_4 > Q_2 > Q_3 > Q_5$ или $Q_3 < Q_2 < Q_1 < Q_5 < Q_4$. В первом случае имеем шкалу возрастающего порядка, во втором – убывающего порядка.

Оценки по шкале порядка являются малоинформативными. Они не позволяют определить, во сколько раз один размер больше или меньше другого. Шкалы порядка используются при контроле единичных показателей качества, при классификационной их оценке, а также при сертификации продукции.

Шкала интервалов отражает разницу между сопоставляемыми размерами. По данной шкале можно оценить, насколько один размер больше или меньше другого, и определить различия размеров.

Построение шкалы интервалов показано на рис. 5.

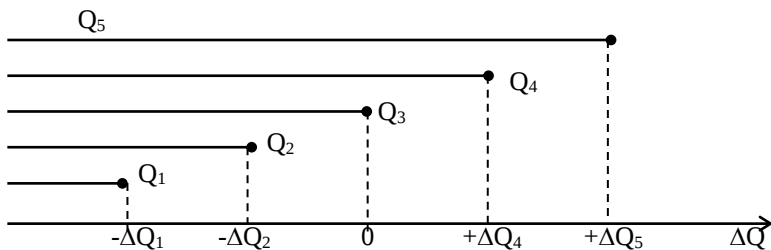


Рис. 5. Шкала интервалов

Нулевое значение и деление шкалы на равные части не регламентируется. Градация позволяет выразить результат измерения в числовой форме.

Шкала отношений отражает значение измеряемой величины N как отношение определенного размера Q_i к другому размеру Q_j , т. е.

$$N = Q_i : Q_j.$$

Число N показывает, сколько размеров Q_j укладывается в размере Q_i . При необходимости соблюдения единства (тождественности, одинаковости) измерений в качестве размера Q_j используют узаконенную единицу измерения $[Q]$. В таком случае

$$N = Q_i : [Q].$$

Шкала отношений, в отличие от шкалы интервалов, не имеет отрицательных значений. Со значениями N или Q возможны все математические действия. Поэтому шкала отношений широко применяется при оценке качества продукции.

В-четвертых, важнейшей задачей квалиметрии является установление *единства измерений*, которое гарантирует достоверность и сопоставимость результатов измерений. Величины измеряемых показателей выражаются в узаконенных и общепринятых единицах.

Правовой основой обеспечения единства измерений являются государственные акты и нормативные документы различного уровня, регламентирующие метрологические правила, требования и нормы. Юридической гарантией единства измерений выступает административная и уголовная ответственность за нарушение требований законодательной метрологии.

Организационное единство измерений обеспечивают Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии и его подразделения в регионах страны, а также ведомственные метрологические службы.

Технической основой, обеспечивающей единство измерений, являются системы хранения эталонов, воспроизведения и распространения прототипов или эквивалентов с передачей информации о них всем заинтересованным в этом лицам.

Экономический аспект единства измерений предполагает обеспечение экономичности при создании и реализации продукции.

Задачи квалиметрии

Экономическая задача определяется оптимизацией затрат, прибыли производителей и потребителей при повышении качества

Техническая задача связана с количественными и качественными изменениями конкретных технических свойств измеряемых объектов.

Технико-экономическая задача предполагает оценку как технических, так и экономических свойств продукции.

Общенаучная задача отражает взаимосвязь философского аспекта категории качества и предметных видов квалиметрии.

Системная задача квалиметрии заключается в реализации системного подхода при формировании и обеспечении качества.

Методологические принципы квалиметрии

1. Квалиметрия предлагает использование методов количественной оценки качества различных объектов.

2. Выбор определяющих показателей для оценки качества продукции остается за потребителем.

3. Наличие эталона для количественной оценки качества.

4. Показатель следующего уровня обобщения определяется показателями предыдущего иерархического уровня.

5. При методе комплексной оценки качества все показатели приводятся к одинаковой размерности или выражаются в безразмерных единицах измерения.

6. Каждый показатель, входящий в состав комплексного индикатора качества, должен быть скорректирован коэффициентом его значимости.

7. Сумма коэффициентов значимости всех показателей качества выражается в долях от единицы или по определенной балльной шкале.

8. Качество продукции или процесса обусловлено качеством их составных частей.

9. При оценке качества недопустимо использование дублирующих показателей одного и того же свойства.

10. Оценивается качество объекта, который обладает потребительскими свойствами в соответствии с его назначением.

Контрольные вопросы

1. Каковы основные причины, обусловившие рост значения качества в условиях рыночной экономики?
2. Раскройте содержание внутренних факторов роста значения качества.
3. Перечислите внешние факторы роста значения качества.
4. Каковы цель и задачи квалиметрии?
5. Каковы принципы квалиметрических измерений?
6. Как определяется качество специалистами различных наук?
7. Как определяется качество специалистами различных стран?
8. В чем отличие качества от потребительной стоимости?
9. В чем отличие качества от конкурентоспособности?
10. В чем отличие качества от технического уровня?

Глава 2. Показатели качества

2.1. Понятие и классификация показателей качества

Носителем качества, т. е. совокупности полезных свойств, выступает продукция или услуга, т. е. работа.

В стандарте ГОСТ Р ИСО 9000-2015 *продукция* определена как выход организации, который может быть произведен без какого-либо взаимодействия между организацией и потребителем.

Продукция *по форме использования* делится на потребляемую, включающую сырье, материалы, продукты, расходные изделия, и эксплуатируемую, состоящую из неремонтируемых и ремонтируемых изделий.

К *сырью* относят природные продукты, добытые и предназначенные для дальнейшей переработки, и искусственные продукты, перенесшие определенную обработку, но подлежащие дальнейшей переработке в материалы или топливо.

К *материалам* относят предметы труда, используемые в производстве изделий, их составных частей, других материалов (например, металлические заготовки, проволока, пряжа, ткани, строительные материалы, стекло, лесоматериалы, электро- и радиотехнические материалы и др.).

К *продуктам* следует отнести продукцию, являющуюся результатом труда, количество которой характеризуется непрерывной величиной, и предназначенную либо для обеспечения потребления или эксплуатации другой продукции, либо для производства другой продукции (например, искусственные топлива, смазочные масла и смазки, цемент, известь, гипс, бетон, химические продукты, в частности газы, кислоты, щелочи, соли, удобрения, ядохимикаты, лаки, краски, реактивы, пороха, взрывчатые вещества, кино- и фотоматериалы, химикаты, лечебные, наркологические, анестезирующие и другие медицинские препараты, пищевые и вкусовые продукты, в том числе съедобные дары природы и т. п.).

Изделие – единица продукции, количество которой может исчисляться дискретной величиной, т. е. в штуках или экземплярах. Виды промышленной продукции, количество которой измеряется в единицах длины, поверхности, объема или массы (например, сырье, топливо, материалы или продукты), к изделиям обычно не относят. Однако если такие виды продукции выпускаются в стандартной упаковке, повреждение которой может затруднить их использование, они рассматриваются как расходные изделия.

Услуги – действия, результатом которых является либо какое-нибудь изделие, либо то или иное полезное действие (сшитый по индивидуальному заказу костюм, перепечатка на машинке рукописи, перевозка на самолете пассажира из одного места в другое и т. д.). В стандарте ГОСТ Р ИСО 9000-2015 *услуга* определена как выход организации при взаимодействии с потребителем.

Каждый вид продукции или услуги обладает специфическими особенностями – *свойствами*, проявляющимися при их создании или потреблении и позволяющими отличить их от любого другого вида.

К простым свойствам, выражающим одну характеристику, можно отнести, например, тяжесть, колорит, трудоемкость и др. Их сложных свойств можно назвать эстетичность, которая обуславливается такими простыми свойствами, как информационная выразительность, рациональность формы, целостность композиции, совершенство производства исполнения и стабильность товарного вида.

Любое свойство можно выразить с помощью признаков – количественных или качественных характеристик. Для управления предпочтительнее количественная характеристика свойства, которая называется *параметром*.

Частным случаем параметра является *показатель* – количественная характеристика свойств продукции или услуги, входящая в состав их качества и рассматриваемая применительно к условиям их создания, эксплуатации или потребления. Показатели качества должны иметь ряд ограничений:

- *отражать качество объекта*, которое включает в себя основные и дополнительные характеристики его разумного использования. Например, для часов важны такие основные свойства, как точность хода, надежность, четкость фиксации времени. Однако часы могут использоваться и как предмет украшения, сигнализатор, будильник, таймер в домашнем хозяйстве и др.;

- *изменяться лишь в определенных пределах*. Избыток или недостаток того или иного показателя не приветствуется. Однако изменение высоты кузова грузового автомобиля в пределах нескольких миллиметров волнует нас меньше, чем подобное отклонение в размерах поршня двигателя внутреннего сгорания;

- *признаваться потребителем*. Например, для бельевой веревки не нужна прочность стального троса, на котором подвешен лифт. Желательно, чтобы срок службы обуви был как можно дольше, но не более пределов продолжительности жизни человека;

- *иметь эталон для сравнения*. Показатель качества характеризуется и тем, насколько параметр продукции «вписывается» в эталон-

ные пределы изменения. В зависимости от специфики измеряемого свойства потребитель будет считать, что качество тем лучше, чем больше показатель (например, прочность) или чем он меньше (например, вес), или потребует, чтобы товар имел только заданные характеристики (длина, цвет и т. д.).

Показатели качества должны отвечать следующим требованиям:

- обеспечивать достоверное адресное измерение качества;
- быть стабильными, сопоставимыми, объективными, измеримыми;
- способствовать повышению эффективности производства;
- учитывать современные достижения науки и техники – развитие производства;
- характеризовать все свойства продукции или услуги, обуславливающие их пригодность, удовлетворять определенные потребности в соответствии с назначением.

Возможная классификация показателей качества дана на рис. 6.

Параметр классификации	Группа показателей	
Однородность характеризуемых свойств	Назначения Надежности Эргономичности Эстетичности	Патентно-правовые Технологичности Стандартизации и унификации Транспортабельности
	Экологичности, безопасности	
Число отражаемых свойств	Единичные, комплексные	
Форма представления	Абсолютные, относительные, удельные	
Роль при оценке качества	Классификационные, оценочные, определяющие	
Способ выражения	Натуральные, стоимостные, безразмерные	
Оценка уровня качества	Базовые, оцениваемые	

Рис. 6. Классификация показателей качества

Единичный показатель отражает простое свойство, которое оценивается независимо от других свойств, составляющих качество.

Комплексный показатель характеризует сложное свойство, (например, материалоемкость изделия, показатель эстетичности продукции, производительность станка). Комплексные показатели делятся на интегральные, групповые и обобщенные.

Интегральный показатель – отношение суммарного полезного эффекта от использования продукции или услуги к цене потребления, т. е. к сумме затрат на ее создание и применение.

Групповой показатель отражает группу свойств. Например, коэффициент готовности можно отнести к групповому показателю качества изделия, т. к. он характеризует только безотказность и ремонтнопригодность.

Обобщенный показатель отражает сумму взвешенных свойств.

Определяющий показатель используется для оценивания качества.

Абсолютный показатель выражается в размерных величинах (например, мощность электродвигателя, кВт, масса изделия, кг).

Относительный показатель определяет долю однородных свойств в их общей совокупности посредством безразмерных величин (например, доля трудоемкости сборки в общей трудоемкости изготовления изделия).

Удельный показатель показывает зависимость двух разнородных свойств на основе отношения их размерных величин (например, удельный расход топлива на выработку электроэнергии, г/кВт·ч).

Классификационный показатель отражает назначение, типоразмер, область применения и условия использования продукции. Классификационные показатели включают в себя несколько видов показателей:

- показатели параметрического или типоразмерного ряда (например, емкость ковша экскаватора, грузоподъемность автомобиля, точность и пределы изменения вольтметра, емкость и рабочее напряжение конденсатора, чистота химического продукта, содержание углерода в стали и т. п.);

- показатели, устанавливающие область и условия применения (например, тропическое исполнение);

- показатели, определяющие дополнительные функциональные возможности (часы с календарем, бензин экологически чистый, услуга с выездом к клиенту и т. п.);

- показатели, определяющие специфику продукции или услуги (фотоаппарат любительский или для профессиональных съемок, легковой автомобиль малого или среднего класса, спортивный, представительский и т. п.);

- показатели, характеризующие состав и структуру продукта (например, для пищевых продуктов – процентное содержание сахара, соли, жира и др. и т. п.).

Оценочный показатель применяют для стандартизации требований к качеству, оценки качества при контроле, испытаниях и сертификации.

В зависимости от назначения оценочные показатели разделяют на две группы:

– показатели для сравнения конкурирующих продуктов и услуг по степени удовлетворения потребностей;

– показатели для оценки выполнения обязательных требований. В первую очередь это относится к требованиям по безопасности и охране окружающей среды.

По однородности характеризуемых свойств оценочные показатели разделяются на функциональные, ресурсосберегающие, природоохранные.

Функциональные показатели определяют пригодность объекта удовлетворять заданные потребности. Они включают показатели функциональной пригодности; надежности; эргономичности; эстетичности.

Ресурсосберегающие показатели определяют затраты ресурсов при создании и применении продукта и делятся на показатели технологичности и ресурсопотребления.

Показатели производственной технологичности отражают рациональность продукции по конструктивным и технологическим признакам (составным частям, структурной композиции и т. п.). Примером служат показатели сборности конструкции изделия, повторяемости материалов, совместимости и взаимозаменяемости.

Показатели эксплуатационной технологичности характеризуют затраты труда, материалов, топлива, энергии и времени на подготовку продукции к использованию, техническое обслуживание и ремонт, хранение, транспортировку и утилизацию.

Показатели ресурсопотребления отражают расход материалов, энергии, труда и времени при использовании продукции.

Природоохранные показатели характеризуют воздействие на человека и окружающую среду в процессах производства и в сфере потребления. Они включают в себя показатели безопасности и охраны окружающей среды.

Базовый показатель принимается за основу при сравнительной оценке качества.

Оцениваемый показатель определяется значениями качества оцениваемой продукции. Целесообразность использования показателей для выражения качества различных видов продукции показана в табл. 5.

Таблица 5

Применимость показателей качества по видам продукции

Группа показателей качества	Вид продукции				
	Сырье	Материалы и продукты	Расходные изделия	Неремонтируемые изделия	Ремонтируемые изделия
Классификационные	+	+	+	+	+
<i>Функциональной пригодности:</i>					
Безотказности	–	–	(+)	+	+
Долговечности	–	–	(+)	+	+
Ремонтопригодности	–	–	(+)	–	+
Сохраняемости	+	+	+	+	+
Эргономичности	–	–	+	(+)	(+)
Эстетичности	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
<i>Ресурсоберегающие показатели</i>					
Производственная технологичность	+	+	+	+	+
Эксплуатационная технологичность	(+)	(+)	+	(+)	+
Ресурсопотребления	–	–	–	(+)	(+)
Экономичности	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
<i>Природоохранные показатели</i>					
Безопасности	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Экологичности	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)

Примечание: знак «+» означает применимость, «–» – неприменимость, «(+）」 – ограниченную применимость соответствующих групп показателей качества (не для всех групп данного вида продукции).

Показатели качества услуг определены в национальном стандарте ГОСТ Р 52113-2003: Услуги населению. Номенклатура показателей качества. В соответствии со стандартом выделяют следующие группы показателей качества услуг.

1 Показатели назначения:**1.1 Показатели применения.****1.2 Показатели совместимости:**

1.2.1 функциональной;

1.2.2 геометрической;

1.2.3 биологической;

1.2.4 электромагнитной;

- 1.2.5 электрической;
- 1.2.6 прочностной;
- 1.2.7 программной;
- 1.2.8 технологической;
- 1.2.9 метрологической;
- 1.2.10 информационной.

1.3 Показатели предприятия:

1.3.1 Материально-техническая база.

1.3.2 Санитарно-гигиенические и эргономические условия обслуживания.

1.3.3 Этика общения и возможность получения дополнительных услуг.

1.3.4 Среднее время ожидания или обслуживания клиента.

1.4 Специфические показатели.

2 Показатели безопасности:

2.1 Показатели безопасности для жизни, здоровья и имущества граждан:

2.1.1 Электробезопасность.

2.1.2 Пожарная безопасность.

2.1.3 Взрывобезопасность.

2.1.4 Радиационная безопасность.

2.1.5 Безопасность от воздействия химических и загрязняющих веществ.

2.1.6 Безопасность при обслуживании машин и оборудования.

2.1.7 Безопасность за счет защитных средств и мероприятий.

2.1.8 Безопасность от воздействия акустических, тепловых, световых излучений.

2.1.9 Безопасность от воздействия технологических сред.

2.1.10 Безопасность результата материальной услуги при обращении с ним, неисправности и утилизации.

2.1.11 Специфические виды безопасности для отдельных услуг.

2.2 Показатели безопасности для окружающей среды:

2.2.1 Допустимые (по уровню и времени) химические, механические, радиационные, электромагнитные, термические, биологические воздействия на окружающую среду.

2.2.2 Устойчивость загрязняющих, ядовитых, опасных веществ, попадающих в окружающую среду.

2.2.3 Специфические показатели для отдельных групп (видов) услуг.

2.3 Показатели сохранности имущества и информации:

2.3.1 Сохранность имущества в процессе предоставления услуги.

2.3.2 Сохранность информации от несанкционированного доступа.

2.3.3 Сохранность информации от воздействия вирусов.

3 Показатели надежности:

3.1 Показатели надежности результата услуги:

3.1.1 Безотказность.

3.1.2 Долговечность.

3.1.3 Сохраняемость.

3.1.4 Ремонтопригодность.

3.1.5 Комплексные показатели.

3.2 Показатели стойкости результата услуги к внешним воздействиям:

3.2.1 Стойкость к механическим воздействиям.

3.2.2 Стойкость к климатическим воздействиям.

3.2.3 Стойкость к специальным видам воздействий.

3.3 Показатели помехозащищенности:

3.3.1 Помехозащищенность результата оказания услуги.

3.3.2 Помехозащищенность процесса оказания услуги.

3.4 Показатели надежности предоставления услуги:

3.4.1 Своевременность и точность выполнения заказа по срокам, объемам, номенклатуре.

3.4.2 Своевременность и точность выполнения заказа по позициям договора (контракта).

4 Показатели профессионального уровня персонала:

4.1 Показатели уровня профессиональной подготовки и квалификации:

4.1.1 Уровень учебного заведения.

4.1.2 Общая и профилирующая подготовка персонала.

4.1.3 Общие навыки.

4.1.4 Знание и соблюдение требований руководящих документов.

4.2 Показатели способности к руководящей деятельности:

4.2.1 Значение и соблюдение трудового законодательства.

4.2.2 Умение организовать работу персонала.

4.2.3 Знание и соблюдение законодательства экономической, финансовой, бухгалтерской сфер деятельности.

4.2.4 Умение обеспечить доброжелательную атмосферу и правильные действия в экстремальных ситуациях.

4.3 Показатели знания и соблюдения профессиональной этики поведения:

4.3.1 Индивидуальные свойства.

4.3.2 Внимательность и предупредительность в отношениях с потребителями.

4.3.3 Умение создавать бесконфликтную атмосферу.

Окончательный выбор номенклатуры показателей качества для конкретной продукции или услуги осуществляют с учетом требований конкретных потребителей и на основе анализа отечественной нормативно-технической документации, международных стандартов и стандартов зарубежных стран, определяющих требования к аналогам, а также на основе анализа промышленных каталогов, проспектов, патентов и авторских свидетельств, отечественных и зарубежных научно-технических изданий и других источников информации.

2.2. Содержание показателей качества

Рассмотрим показатели качества, выделяемые по однородности характеризующих свойств продукции.

Группа показателей назначения отражает соответствие изделий назначению. В этой группе выделяют следующие показатели:

- классификационные, характеризующие принадлежность продукции к конкретной группе (например, мощность э/двигателя, емкость ковша экскаватора, содержание углерода в стали);
- функциональной и технической эффективности, характеризующие эффект от использования продукции и эффективность технических решений продукции (например, производительность станка, удельная энергоемкость электрокамина, калорийность пищевых продуктов);
- конструктивные, характеризующие проектно-конструкторские решения (например, габаритные размеры, наличие дополнительных устройств и др.);
- состава и структуры, характеризующие содержание в продукции различных элементов (например, наличие различных примесей в кислотах, доля серы, золы в коксе).

Группа показателей надежности отражает возможности объекта сохранять во времени значения всех параметров в заданных режимах и условиях применения.

Показатель надежности ($KП_n$) можно выразить формулой

$$KП_n = 1 - \frac{T_{восст.}}{T_0}, \quad (1)$$

где $T_{\text{восст.}}$ – среднее время восстановления объекта после отказа, ч.; T_0 – средняя наработка на отказ восстанавливаемого объекта, ч.

Надежность объекта характеризуется показателями безотказности, ремонтпригодности, сохраняемости и долговечности.

Безотказность отражает способность объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение определенного времени (например, вероятность безотказной работы, наработка на отказ, интенсивность отказов, вероятность отказов).

Ремонтпригодность отражает приспособленность объекта к поддержанию и восстановлению рабочих параметров путем технического обслуживания и ремонта.

Ремонтпригодность объекта определяется с помощью коэффициента готовности, который рассчитывается по формуле

$$K_p = \frac{T_0}{T_0 + T_B}, \quad (2)$$

Ремонтпригодность объекта оценивается и по среднему времени восстановления, коэффициенту ремонтной сложности.

Сохраняемость отражает сохранение объектом заданных параметров в течение срока службы. В общем виде сохраняемость может быть выражена следующим графиком (рис. 7):

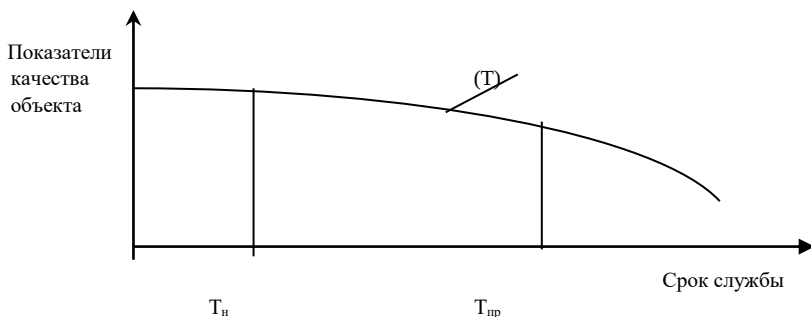


Рис. 7. Функция сохраняемости показателей качества объекта

График показывает нарастание снижения показателей качества при увеличении срок службы (применения) объекта.

К показателям этой группы относятся также средний срок сохраняемости, срок хранения.

Долговечность отражает способность объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при

установленной системе технического обслуживания и ремонта. Под предельным понимается состояние, при котором применение объекта по назначению или восстановление недопустимо или нецелесообразно (на рис. 7 это срок $T_{пр}$). Долговечность объекта характеризуется средним сроком службы (сроком хранения), сроком службы до капитального ремонта.

Группа показателей технологичности отражает приспособленность объекта к достижению оптимальных размеров затрат при производстве, эксплуатации и ремонте при заданных условиях выполнения работ.

Показатели технологичности подразделяются на основные и дополнительные. К *основным показателям* относятся:

- трудоемкость, материалоемкость, энергоемкость изделий;
- технологические затраты (себестоимость).

Трудоемкость определяется затратами труда работников или рабочего времени на изготовление продукции (без учета покупных изделий).

Технологическая себестоимость – денежные затраты на изготовление единицы продукции (без учета покупных изделий).

Материалоемкость изделия характеризует расход (стоимость) материала на его изготовление.

Энергоемкость изделия характеризует расход энергии всех видов на его изготовление.

Дополнительные показатели технологичности делятся на *технико-экономические* (относительная трудоемкость ремонта, удельная стоимость ремонта, относительная технологическая себестоимость заготовительных работ, относительная себестоимость подготовки изделия к работе) и *технические показатели* (удельная материалоемкость изделия, коэффициент сборности, КИМ).

К *показателям технологичности* конструкции относятся: коэффициент межпроектной унификации (заимствования) компонентов конструкции, коэффициент унификации (заимствования) технологических процессов, удельный вес деталей с механической обработкой, коэффициент прогрессивности технологических процессов, коэффициент блочности.

Коэффициент блочности конструкции определяется по формуле

$$K_{бл.} = \frac{C_{бл.}}{C}, \quad (3)$$

где $C_{бл.}$ – себестоимость отделяемых блоков, имеющих самостоятельную функцию; C – себестоимость объекта.

Коэффициент межпроектной унификации (заимствования) компонентов конструкции объекта определяется по формуле:

$$K_{м.ун.} = \frac{H_{заим.}}{H} \times 100, \quad (4)$$

где $H_{заим.}$ – количество наименований деталей и других составных частей объекта (без стандартного крепежа), заимствованных из других проектов; H – общее количество наименований деталей и других составных частей объекта (без стандартного крепежа), равняется сумме заимствованных и оригинальных.

Остальные коэффициенты рассчитываются аналогично.

Группа показателей стандартизации и унификации отражает использование в изделиях стандартных и унифицированных составных частей.

К *стандартным* относят части изделия, соответствующие требованиям государственных стандартов. К *унифицированным* относят части, изготавливаемые по стандартам головного предприятия и используемые не менее чем в двух типах изделий отрасли, а также составные части, получаемые в готовом виде как серийные комплектующие части, заимствованные, т. е. ранее спроектированные как оригинальные и использованные не менее чем в двух типах изделий. К *оригинальным* относят элементы, разработанные только для одного изделия.

При увеличении количества стандартных или унифицированных частей в изделии упрощается технология изготовления, растет производительность труда, уменьшается стоимость изготовления и повышается качество изделия.

Коэффициент стандартизации объекта ($K_{ст}$) определяют по формуле

$$K_{ст.} = \frac{H_{ст.}}{H} \cdot 100, \quad (5)$$

где $H_{ст.}$ – количество составных частей изделия, выпускаемых по стандартам; H – общее количество составных частей объекта (без стандартных крепежных изделий).

Коэффициент унификации (K_y):

$$K_y = \frac{H_y}{H} \cdot 100, \quad (6)$$

где H_y – количество унифицированных составных частей. Оптимальный уровень K_y составляет 40 %.

Коэффициент применяемости отражает уровень конструктивной преосуществленности составных частей в изделии. Увеличение показателя сопровождается удешевлением продукции и повышением ее надежности.

Коэффициент применяемости (K_{np}) считают по формуле

$$K_{np} = \frac{H - H_{op}}{H} \cdot 100, \quad (7)$$

где H_{op} – количество оригинальных составных частей в изделии. Оптимальный уровень K_{np} составляет 75 %.

Коэффициент повторяемости (K_{II}) представляет собой отношение повторяющихся составных частей изделия к количеству его составных частей и рассчитывается по формуле

$$K_{II} = \frac{H - n}{H - 1} \cdot 100, \quad (8)$$

где n – общее количество типоразмеров составных частей объекта.

Группа эргономических показателей отражает согласованность изделий с рабочими параметрами человека.

Эргономические показатели можно разделить на подгруппы.

Гигиенические показатели выражают соблюдение санитарно-гигиенических норм при взаимодействии человека с изделием (уровень освещенности, температуры, влажности, шума).

Антропометрические показатели отражают соответствие характеристик объекта размерам и форме человеческого тела (элементы и органы управления, сиденья и др.).

Физиологические показатели характеризуют использование мышечного аппарата человека. Например, показатель соответствия массы переносимого прибора силовым возможностям человека.

Психофизиологические показатели характеризуют степень восприятия человеком зрительной, слуховой, осязательной, обонятельной, вкусовой информации через органы чувств.

Психологические показатели отражают характер обмена информацией в системе «человек – изделие – среда». Например, соответствие изделия возможностям восприятия и переработки информации человеком.

Уровень показателей эргономических свойств определяется экспертами по специальной шкале оценок в баллах.

Группа эстетических показателей отражает чувственное восприятие человеком всего изделия в целом. Эстетичность характеризуется показателями информационной выразительности, рациональности

формы, целостности композиции, совершенства производственного исполнения и стабильности товарного вида.

Информационная выразительность характеризуется такими единичными показателями качества, как знаковость, оригинальность, стилевое соответствие, соответствие моде. *Знаковость* изделия отражает социально-эстетические идеи и представления общества. *Оригинальность* выражается через своеобразие, самобытность и другие признаки, которые отличают данное изделие от ему подобных. *Качество стилевого соответствия* определяется совпадением устойчивых признаков уровню общественного и культурного развития потребителей. *Соответствие моде* отражает существующие эстетические взгляды общества.

Рациональность формы выражается показателями функционально-конструктивной приспособленности и целесообразности.

Функционально-конструктивная приспособленность отражает в форме изделия выполняемые им функции, конструктивные решения, особенности технологии изготовления и использования. *Целесообразность отражает* особенности работы человека с изделием (например, удобство эксплуатации).

Целостность композиции характеризует взаимосвязь композиционных свойств изделия и выражается показателями организованности объемно-пространственной структуры, тектоничности, пластичности, графической прорисованности формы и элементов, цветового колорита. *Организованность объемно-пространственной структуры* отражает степень полноты использования законов логики в форме изделия (например, пропорции, масштаб, ритмичность композиции изделий). *Тектоничность* оценивает реальную структуру изделия и его конструктивные решения. *Пластичность* определяет выразительность объемной и элементной формы изделия. *Графическая прорисованность формы* отражает характерность очертаний объемной и элементной формы, а *цветовой колорит выражает* взаимосвязь и сочетание цветов.

Совершенство производственного исполнения изделия определяется тщательностью покрытия и отделки поверхности, чистотой выполнения сочленений, округлений и сопрягающихся поверхностей, четкостью исполнения фирменных знаков, указателей, упаковки и сопроводительной документации.

Группа патентно-правовых показателей характеризует степень патентной защиты изделия в России и за рубежом, а также уровень патентной чистоты.

Показатели патентной защиты изделия отечественными изобретениями (Π_{pf}) и патентами за рубежом (Π_{zp}) определяются соответственно по формулам

$$\Pi_{pf} = \frac{\sum_{i=1}^S (a_i^1 \cdot H_i^1)}{H}, \quad \Pi_{zp} = \frac{A \sum_{i=1}^S (a_i^2 \cdot H_i^2)}{H}, \quad (9)$$

где H – общее количество составных частей в изделии; S – количество групп значимости составных частей; a_i^1, a_i^2 – параметры значимости i -х составных частей изделия, защищенных авторскими свидетельствами в России и за рубежом; H_i^1, H_i^2 – соответственно количество i -х составных частей изделия по группам значимости защищенных авторскими свидетельствами в России и за рубежом; A – параметр весомости, зависящий от количества стран и важности сфер предполагаемого экспорта и продажи лицензий стран, в которых получены патенты.

Коэффициенты значимости определяются экспертным путем. Если элемент изделия одновременно защищен авторским свидетельством в России и патентом за рубежом, то для него

$$a_i^1 = a_i^2$$

Показатель патентной чистоты показывает возможность реализации изделия в России и за рубежом. Этот показатель нужно рассчитывать для каждой страны отдельно, т. к. изделие может обладать различной патентной чистотой в разных странах.

Изделие считается патентно-чистым, если оно не содержит технических решений, попадающих под действие патентов, свидетельств исключительного права на изобретения, полезные модели, промышленные образцы и товарные знаки, зарегистрированные в данной стране.

Показатель патентной чистоты определяется по формуле

$$\Pi_{н.ч.} = \frac{H - \sum_{i=1}^S (a_i \cdot H_i)}{H}, \quad (10)$$

где a_i – показатели значимости i -х составных частей изделия, подпадающих под действие патентов в рассматриваемой стране; H_i – количество i -х составных частей изделия по группам значимости, подпадающих под действие патентов в рассматриваемой стране.

Патентная чистота может характеризоваться также показателем патентной чистоты территориального распространения, который определяется по формуле

$$\Pi = \frac{N_o - N_{n.\pm.}^{(n)}}{N_o}, \quad (11)$$

где $N_{n.\pm.}^{(n)}$ – количество стран, в которых изделие не обладает патентной чистотой; N_o – общее количество стран предполагаемого экспорта или продажи лицензий.

Группа показателей транспортабельности отражает способность объекта сохранять свои качества в процессе транспортирования, а также приспособленность к перемещению.

Транспортабельность выражается показателями:

- доли изделий, которые сохраняют при транспортировке свои первоначальные свойства;
- коэффициента полезного использования объема средства транспортирования;
- времени подготовки продукции к транспортированию;
- трудоемкости подготовки продукции к транспортировке;
- времени погрузки изделия на средство транспортирования;
- времени разгрузки продукции из средств транспортирования.

Группа показателей безопасности характеризует различные виды опасностей. Например: показатели травмоопасности, опасности поражения электрическим током, термической опасности, пожаро- и взрывоопасности, химической опасности, биологической опасности, радиоактивной опасности. На практике используют и показатели безопасности. К ним, например, относят механическую прочность изделий, пластичность, твердость, ударную вязкость материалов, вибропрочность, химическую устойчивость рабочих сред и т. д.

Группа показателей экологичности характеризует:

- объем выбросов, загрязняющих воздушную среду;
- уровень разрушающих механических воздействий на почву;
- образование вредных продуктов распада в условиях хранения, утилизации или использования продукции и др.

Группа экономических показателей отражает расходы на этапах жизненного цикла объекта, а также экономическую эффективность эксплуатации или потребления. Можно выделить наиболее употребляемые показатели: себестоимость, рентабельность и цена продукции.

Показатели качества услуг подразделяются на количественные (время ожидания и предоставления услуги, характеристики оборудо-

вания, инструмента, материалов и т. п., надежность оказания услуги, точность исполнения, полнота, уровень автоматизации и механизации, безопасность, полнота оказания услуги и т. п.) и *качественные* (вежливость, доступность персонала, чуткость, компетентность, доверие персоналу, уровень профессионального мастерства, эффективность контактов исполнителей и клиентов, искренность и т. п.).

Особенности определения показателей качества фиксируют в отраслевой нормативно-технической документации.

2.3. Способы определения показателей качества

В зависимости от метода получения информации различают измерительный, регистрационный, органолептический и расчетный способы определения показателей качества.

Измерительный способ предполагает использование средств измерений и контроля, предусмотренных конструкцией изделия, или дополнительных (амперметры, вольтметры, тахометры, спидометры и т. п.). Этот способ применяют при определении значения таких показателей качества, как масса изделия, сила тока, скорость автомобиля и др.

Регистрационный способ предполагает регистрацию и подсчет количества определенных событий, объектов, например: отказов изделия при испытаниях, дефектных изделий в партии и т. п. Этим способом устанавливается значение показателей патентно-правовых, а также технологичности, экономичности, стандартизации, унификации.

Органолептический способ основан на использовании органов чувств человека. Полнота и достоверность оценок при данном способе определяется способностями, квалификацией и опытом лиц, выполняющих эту работу, а также возможностями применения технических средств (микроскопы, лупы и т. д.). Этот способ используется при оценке качества предметов потребления, в том числе продуктов питания, а также показателей эргономичности, экологичности, эстетичности. Показатели качества, определяемые органолептическим методом, выражаются обычно в баллах, например: отлично – 3, хорошо – 2, удовлетворительно – 1, плохо – 0.

Расчетный способ предполагает использование теоретических или эмпирических зависимостей (формул). Этот способ применяется при расчете показателей стандартизации и унификации, экономических, патентно-правовых, технологических коэффициентов.

Рассмотренные способы могут применяться совместно на различных стадиях жизненного цикла продукции. Так, измерительный и регистрационный используются на стадиях разработки, производства, эксплуатации (потребления) продукции производственно-

технического назначения и бытовой техники, органолептический и измерительный – на стадиях разработки и производства предметов потребления.

В зависимости от источника информации способы определения значений показателей качества подразделяются на традиционные, экспертные и социологические.

При традиционном способе показатели качества определяются работниками испытательных лабораторий, полигонов, стендов и расчетных подразделений организаций: конструкторских отделов, вычислительных центров, служб надежности.

Экспертный способ устанавливает величины показателей качества на основе решений, принимаемых группой специалистов-экспертов, например: товароведов, дизайнеров, дегустаторов и т. п. Экспертный способ применяется в тех случаях, когда нельзя использовать другие способы получить значения показателей качества. К нему прибегают, например, при нахождении величин ряда эргономических и эстетических показателей.

Социологический способ основан на изучении мнений фактических или возможных потребителей продукции. Социологический способ чаще всего используется при определении показателей качества товаров народного потребления.

Способы определения значений показателей качества, входящие во вторую группу, при необходимости могут использоваться совместно, что повышает точность и достоверность результатов.

Способы контроля и оценки показателей качества услуг классифицируют по следующим признакам:

- цели применения;
- физико-статистические признаки и процедуры;
- методы формирования результатов.

По целям применения способы контроля и оценки качества услуг подразделяют на три группы:

1) определение соответствия качества услуг требованиям нормативной документации и/или потребителя – при формировании стандартов на услуги (процесс предоставления услуги, предприятие, персонал), оценке соответствия услуг и систем качества;

2) установление факторов (условий), способствующих достижению требуемого уровня качества услуг, – при управлении качеством;

3) сравнительная оценка (ранжирование) качества выполнения одинаковых услуг различными предприятиями.

По физико-статистическим признакам и процедурам методы контроля и оценки показателей качества услуг подразделяют на пять групп:

1) инструментальный – в виде результата соответствующих измерений;

2) органолептический – через реакцию органов чувств контролера. Результат оценки может носить качественный (альтернативная или градационная оценка) или количественный характер;

3) модельно-расчетный – с использованием зависимости оцениваемого показателя качества от показателей, определяемых другими методами (детерминированный) или моделированием случайного процесса формирования показателей качества (стохастический);

4) экспертный – на основе анализа суждений (качественных и количественных оценок) экспертов;

5) социологический – с помощью проведения социологических исследований и анализа полученных данных.

Методы формирования результатов контроля и оценки показателей качества подразделяют на две группы:

1) определение различий единичных показателей качества:

– детерминированной разности значений или мгновенной разности;

– разности статистических характеристик (математическое ожидание, дисперсия);

– разности прогнозных значений показателя на определенный момент времени или разности скоростей изменения (тренда) математического ожидания этого показателя.

Эти методы используют все способы получения значений показателей качества, кроме социологических исследований;

2) формирование обобщенных показателей:

– метод квалитетрии – с использованием взвешенного суммирования единичных показателей и определением «весов» экспертным путем;

– метод выбора определяющего показателя, соответствие которого установленным требованиям является главным условием признания услуги качественной; небольшие отклонения значений других показателей признаются несущественными. Определяющим показателем рекомендуется считать показатель безопасности;

– метод выбора в качестве определяющего показателя с наибольшей скоростью изменения.

Эти группы способов используют при всех способах получения значений показателей качества.

Применяемость способов контроля и оценки показателей качества услуг приведена в табл. 6.

Таблица 6

Применяемость способов контроля и оценки качества услуг

Показатель качества	Применяемость способа контроля				
	Инструментального	Органолептического	Модельно-расчетного	Экспертного	Социологического
1. Показатели назначения					
1.1. Показатели применения	+	+	+	+	+
1.2. Показатели совместимости	+	+	+	+	-
1.3. Показатели предприятия	-	+	-	+	+
1.4. Специфические показатели	+	+	+	+	+
2. Показатели безопасности					
2.1. Показатели безопасности для жизни, здоровья и имущества граждан	+	+	+	+	-
2.2. Показатели безопасности для окружающей среды	+	+	+	+	-
2.3. Показатели сохранности имущества и информации	+	-	+	+	+
3. Показатели надежности					
3.1. Показатели надежности результата услуги	+	-	+	-	-
3.2. Показатели стойкости результата услуги к внешним воздействиям	+	-	+	-	-
3.3. Показатели помехозащищенности	+	+	+	+	+
3.4. Показатели надежности предоставления услуги	-	-	-	+	+

Показатель качества	Применяемость способа контроля				
	Инструментального	Органолептического	Модельно-расчетного	Экспертного	Социологического
4. Показатели профессионального уровня персонала					
4.1. Показатели профессиональной подготовки и квалификации	—	—	—	+	+
4.2. Показатели способности к руководящей деятельности	—	—	—	+	+
4.3. Показатели знания и соблюдения профессиональной этики поведения	+	+	—	+	+
Примечание: знак «+» означает применимость, знак «—» — неприменимость показателей качества услуг.					

Контрольные вопросы

1. На какие группы подразделяются показатели качества продукции и услуг?
2. Каким образом определяются комплексные показатели качества продукции?
3. Каковы характеристики эргономических показателей качества?
4. Что характеризуют показатели по свойствам продукции и услуг?
5. Каковы способы определения показателей качества продукции?
6. Каковы способы определения показателей качества услуг?
7. Какова применимость способов контроля и оценки показателей качества услуг?

Глава 3. Оценка уровня качества

3.1. Понятие и процедура оценки уровня качества

Уровень качества представляет собой относительную характеристику качества, основанную на сравнении значений показателей качества оцениваемого объекта со значениями соответствующих показателей его конкурентоспособного аналога (базового образца). Уровень качества является мерой качества объекта.

Весь процесс оценки уровня качества можно условно разделить на три этапа и на ряд последовательных операций (рис. 8)..

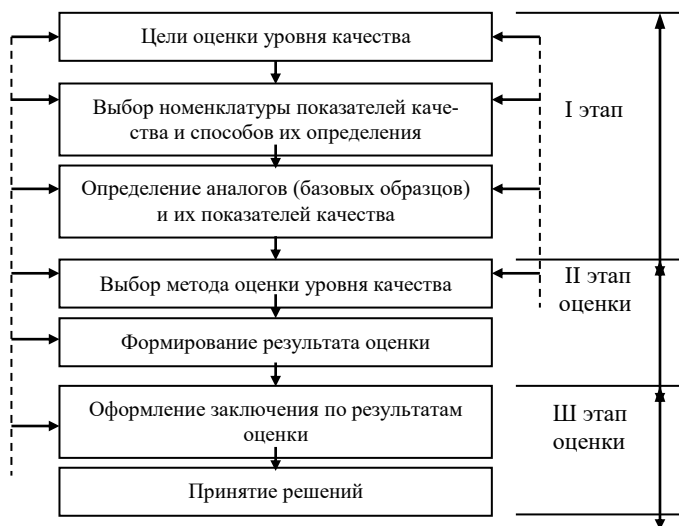


Рис. 8. Основные операции по оценке уровня качества

На первом этапе в зависимости от цели оценки производится выбор номенклатуры оцениваемых и базовых показателей качества. Второй этап оценки включает выбор метода оценки и непосредственное проведение оценки уровня качества. На третьем этапе оформляют результаты оценки и принимается решение о качестве.

Номенклатура выбираемых показателей должна обеспечивать получение результата в аспектах, соответствующих целям оценки, и быть одинаковой для аналогов и оцениваемого объекта. Выбор номенклатуры показателей производят с учетом положений, изложенных в гл. 2 данного пособия.

Группу аналогов формируют с целью определения уровня требований, предъявляемых к продукции или услуге данного вида на определенном рынке. В зависимости от цели оценки в группу аналогов включают:

- базовые образцы, отражающие перспективные научно-технические достижения и производственные возможности, установленные на определенный будущий период;
- базовые образцы, обладающие в настоящее время лучшим качеством (лучшие реальные образцы);
- базовые образцы отечественного производства, отражающие наиболее высокие научно-технические достижения и соответствующие потребностям и возможностям народного хозяйства, а также населения страны (реальные образцы).

Требования, предъявляемые к базовым образцам:

- базовый образец устанавливают для определенного вида однородной продукции (услуги), имеющей сходные условия эксплуатации (использования), одинаковое функциональное назначение, единый принцип действия и предназначенной для известной группы потребителей;
- базовый образец должен соответствовать цели оценки и быть единственным для этой вполне определенной цели оценки;
- перечень показателей качества оцениваемого и базового образцов должен быть одинаковым и соответствовать номенклатуре, официально установленной системой показателей качества;
- единицы измерения значений показателей качества базового и оцениваемого образцов должны быть сопоставимы, т. е. одинаковы для каждого из соответствующих показателей;
- срок действия установленного базового образца определяется в зависимости от специфики вида продукции (услуги), спроса и предложения.

На этапе сбора и анализа исходной информации используют: сведения из научно-технической литературы и отчетов о прикладных НИР и ОКР, результаты патентных исследований, научно-технические прогнозы развития соответствующих отраслей промышленного производства, сведения о рыночной и конъюнктурной экономической ситуации в отрасли, требования международных, государственных и стандартов организаций, данные проспектов и технических паспортов образцов техники, результаты испытаний и эксплуатации отечественных и зарубежных образцов соответствующей техники и т. д.

Выбор базового образца производят расчетно-экспериментальным и (или) аналоговым методом. *Расчетно-*

экспериментальный метод состоит в сочетании теоретических, экспериментальных и расчетных приемов определения совокупности перспективных значений показателей качества на прогнозируемый период. При аналоговом методе выбора базового образца производят ранжирование образцов аналоговой группы и лучший образец из этой группы принимается за базовый.

Установление базового образца из аналоговой группы может быть осуществлено и экспертным методом, но с учетом значений главного (определяющего единичного), обобщающего или интегрального показателей качества рассматриваемых образцов. Кроме того, в качестве базовых образцов выделяются лучшие из группы аналогов на основе метода попарного и последовательного сопоставления значений показателей качества всех аналогов.

Выделение базовых образцов *методом попарного сопоставления* аналоговых образцов осуществляется так:

- аналог не может быть признан базовым и исключается из последующих сопоставлений, если он уступает другому аналогу по совокупности единичных показателей, т. е. если он уступает другому аналогу хотя бы по одному показателю, не превосходя его ни по каким из остальных;

- оба аналога остаются для дальнейшего сопоставления с другими аналогами, если по одним показателям оказывается лучше первый аналог, а по другим показателям – второй и при этом значения иных показателей у аналогов практически совпадают (находятся в пределах разброса данных).

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

Следующим и наиболее трудоемким является этап определения (путем измерений, испытаний, расчетов, сбора информации и т. д.) численных значений показателей качества, характеризующих свойства оцениваемого и базового (базовых) образца (образцов). Только после этого в соответствии с принятым методом оценки производят расчеты показателей качества, а потом – уровней качества оцениваемого и базового (базовых) образца (образцов).

Результаты определений всех показателей качества отражаются в специальной сопоставительной «Таблице качества». На основе анализа таблицы образцы относятся к одной из трех градаций: превосходит мировой уровень (П), соответствует мировому уровню (С), уступает мировому уровню (У).

На основе итоговых данных сопоставления значений всей совокупности оценочных показателей с их базовыми значениями формируют рекомендации по повышению качества в целом или отдельных аспектов оценки в количественной и (или) качественной форме. В количественной форме результат выражается числом, которое рассматривается как задание по повышению показателя качества, отражающего определенную совокупность свойств. В качественной эти рекомендации представляются в виде утверждения о том, соответствует ли в целом образец по рассматриваемой совокупности свойств уровню требований определенного рынка, превосходит их или же уступает им по конкретным параметрам, которые нужно улучшить.

Уровень качества можно охарактеризовать отношением единичных и (или) комплексных показателей оцениваемого и базового образцов, в том числе обобщенного показателя качества.

3.2. Методы оценки уровня качества

Методы оценки уровня качества различаются способами выполнения описанной выше процедуры. С этой точки зрения методы оценки можно классифицировать по методу определения и форме представления конечного результата (рис. 9).

Признак классификации	Метод оценки качества
Метод определения результата оценки	Аналитический, статистический, экспертный, комбинированный
Форма представления результата оценки	Дифференциальный, комплексный, интегральный, смешанный

Рис. 9. Классификация методов оценки качества

Аналитический метод предполагает использование расчетно-аналитических зависимостей для определения оценочных показателей, а также для формирования конечного результата оценки.

Использование аналитического метода зависит от возможности установления взаимосвязи между отдельными параметрами продукции (услуги), характеризующими оцениваемые свойства, полнотой и качеством исходной информации об этих параметрах и свойствах. В случае когда по тем или иным причинам взаимосвязь между параметрами установить невозможно, а оценку проводить необходимо, прибегают к экспертному или статистическому методу оценки.

Примером использования аналитического метода может служить оценка качества разнородной (совокупности различных видов) продукции, которую можно провести с помощью таких показателей,

как индекс качества и индекс дефектности. *Индекс качества продукции* представляет собой комплексный показатель качества разнородной продукции, равный средневзвешенному значению относительных показателей качества различных видов продукции за рассматриваемый период. Для оценки качества чаще всего используют средневзвешенный арифметический или средневзвешенный геометрический индекс качества.

Средневзвешенный арифметический индекс качества разнородной продукции определяется по формуле

$$I_{ap} = \sum_{z=1}^S (a_z \times k_z), \quad (12)$$

где S – количество видов оцениваемой продукции; a_z – параметр весомости z -го вида оцениваемой продукции; k_z – относительный показатель качества z -го вида оцениваемой продукции.

Параметр весомости определяют по формуле

$$a_z = \frac{n_z Z_z}{\sum_{z=1}^n (n_z Z_z)}, \quad (13)$$

где Z_z – затраты на единицу z -го вида продукции; n_z – количество единиц z -го вида продукции.

Относительный показатель качества продукции z -го вида может определяться на основе единичного или комплексного показателя качества по формулам

$$K_z = \frac{P_z}{P_{z\bar{o}}} \text{ или } K_z = \frac{P_{z\bar{o}}}{P_z}, \quad (14)$$

где $P_z, P_{z\bar{o}}$ – единичные и комплексные показатели качества соответственно оцениваемой и базовой продукции z -го вида.

При существенном отличии значений усредняемых исходных относительных показателей качества K_z различных видов продукции необходимо рассчитать средневзвешенный геометрический индекс качества по формуле

$$I_g = \prod_{z=1}^S k_z^{a_z} \quad (15)$$

При определении индекса качества продукции группы предприятий используют индексы качества каждого из предприятий. При этом средневзвешенные арифметический и геометрический индексы качества продукции группы предприятий (района, объединения) определяются, соответственно, по следующим формулам

$$I_{a.zp.} = \sum_{l=1}^N (a_l \times I_l) ; \quad I_{z.zp.} = \prod_{l=1}^N I_l^{a_l}, \quad (16)$$

где N – количество предприятий; a_l – параметр весомости (относительный объем продукции) i -го предприятия.

Оценка качества изготовления разнородной продукции в цехах, участках предприятия может осуществляться с помощью индексов дефектности.

Индекс дефектности разнородной продукции представляет собой комплексный показатель качества, равный средневзвешенному значению относительных коэффициентов дефектности различных видов продукции за рассматриваемый период. Этот показатель определяется по формуле

$$I_d = \frac{\sum_{z=1}^S (t_z \times C_z)}{\sum_{z=1}^S C_z}, \quad (17)$$

где C_z – сумма, на которую выпущено продукции z -го вида в рассматриваемый период; $t_z = \frac{D_z}{D_{z0}}$ – относительный коэффициент дефектности

z -вида продукции; D_z – коэффициент дефектности z -го вида продукции; D_{z0} – коэффициент дефектности z -базового вида продукции.

Коэффициентом дефектности продукции считается средневзвешенное количество дефектов, приходящееся на единицу продукции. Он определяется по формуле

$$D_z = \frac{\sum_{x=1}^L (a_{zx} \times r_{zx})}{n}, \quad (18)$$

где L – количество всех видов дефектов, встречающихся в z -м виде продукции; n – количество единиц продукции z -го вида; a_{zx} – параметр

весомости x -го вида дефектности в z -м виде продукции; r_{zx} – количество дефектов x -го вида в z -м виде продукции.

Базовый коэффициент дефектности определяется по формуле

$$D_{z\bar{o}} = \frac{\sum_{x=1}^L (a_{zx} \times r_{z\bar{o}})}{N}, \quad (19)$$

где N – количество изделий z -го вида принятых за исходные; $R_{z\bar{o}}$ – количество дефектов x -го вида в z -м виде базовой продукции.

Статистический метод использует теорию вероятностей и математическую статистику. Основывается он на выборочном наблюдении, когда по небольшому количеству проверенных образцов (выборке) оценивают качество всей партии продукции или услуг.

Наиболее распространенными методами статистического анализа являются: сравнение средних значений параметра с номинальными, сравнение дисперсий, оценка коэффициента корреляции, регрессионный анализ и др. Назовем наиболее важные статистические характеристики, используемые при оценке качества.

1. Среднее арифметическое значение качественного признака, характеризующее точность процесса:

$$\bar{x} = (x_1n_1 + x_2n_2 + x_3n_3 + \dots + x_nn_n)/N, \quad (20)$$

где N – объем выборки ($N = \sum_{i=1}^{\lambda} n_i$; n_i – частота замера, λ – количество проб).

2. Среднее квадратическое отклонение σ характеризует величину фактического рассеивания размеров. Оно рассчитывается по формулам

$$\sigma = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 n_1 + (x_2 - \bar{x})^2 n_2 + \dots + (x_i - \bar{x})^2 n_i}{N}} \quad \text{или} \quad \sigma = (x_{\max} - x_{\min})/d_n, \quad (21)$$

где $x_1, x_2, \dots, x_i$ – фактические размеры; $x_{\max}, x_{\min}$ – максимальное и минимальное значения параметра в выборке; d_n – коэффициент, зависящий от объема выборки (дается в таблицах).

Для закона нормального распределения характерно рассеивание изучаемого параметра (размеров) изделий, обработанных в одинаковых условиях, в пределах $\pm 3\sigma$, т. е. в поле 6σ . При этом вероятность появления показателей за указанными пределами весьма незначительна (0, 27 %). Величину 6σ часто называют полем фактического рассеивания. Если $6\sigma \leq \delta$, то точность процесса удовлетворительна.

Всякие нарушения нормальных условий производства изменяют статистические характеристики χ и σ , а также положение и форму кривой нормального распределения. Это и дает возможность следить за процессом и устанавливать моменты, когда необходимо переналадить процесс (еще до появления брака).

Руководство предприятия, внедряя статистические методы оценки уровня качества, решает следующие задачи:

1) создание нового стиля управления основано не на ощущениях и эмоциях, а на изучении фактов, тенденций, закономерностей, т. е. направлено на постоянное улучшение качества, его совершенствование;

2) развитие статистического мышления, суть которого – понимание того, что все процессы изменчивы, всегда могут быть вариации, разбросы, неточности, которые нужно учитывать при принятии решений и управлении;

3) создание системы применения статистических методов как части систем тотального (всеобщего, всеохватывающего) управления качеством и непрерывного повышения качества, направленной на снижение и постоянное уменьшение неопределенностей, вариаций, разбросов всех характеристик продукции и процессов.

Экспертный метод основан на получении, обработке и свертывании информации о параметрах и свойствах оцениваемых и базовых образцов при помощи экспертных процедур. Его применяют в случае недостаточности аналитической и статистической исходной информации для проведения оценки и в случае невозможности установления иным способом влияния отдельных составляющих (показателей) качества на его целостную оценку.

В зависимости от численности экспертов различают индивидуальный и коллективный (групповой) методы экспертной оценки. Индивидуальный метод применяют при решении простых задач и только в том случае, когда эксперт компетентен во всех вопросах решаемой задачи. Коллективный метод используют при решении достаточно сложных задач и особенно в тех случаях, когда ошибки, допущенные при экспертизе, могут привести к недопустимым экономическим, социальным, экологическим и другим последствиям.

Сущность экспертных методов как при решении задач оценки уровня качества заключается в усреднении полученных различными способами мнений (суждений) специалистов-экспертов по рассматриваемым вопросам. Усредненная оценка (K) определяется по формуле

$$K = f \left[\frac{\sum_{i=1}^N K_i}{N} \right], \quad (22)$$

где N – число экспертов; K_i – оценка, данная i -м экспертом.

Наиболее распространенными экспертными методами при *классификации по признаку оценки предпочтений* в настоящее время при принятии решений по управлению являются метод рангов, метод непосредственного оценивания и метод сопоставлений. Последний включает две разновидности: парного сравнения и последовательного сопоставления.

Используя *метод рангов*, эксперт осуществляет ранжирование (упорядочение) исследуемых объектов в зависимости от их относительной значимости (предпочтительности). При этом наиболее предпочтительному объекту обычно присваивается первый ранг, а наименее предпочтительному – последний, равный по абсолютной величине количеству упорядочиваемых объектов. Более точным такое упорядочение становится при меньшем количестве объектов исследования и наоборот.

При предпочтительной (по рангам) расстановке объектов экспертизы одним экспертом сумма рангов должна равняться сумме чисел всего натурального ряда количества объектов N начиная с единицы. Результирующие ранги объектов ранжирования, по данным опросов, определяются как сумма рангов для каждого объекта. При этом в итоге первый ранг присваивается тому объекту, который получил наименьшую сумму рангов, а последний – тому, у которого оказалась наибольшая сумма рангов, т. е. наименее значимому объекту (пример определения результирующего ранга трех объектов).

Метод непосредственного оценивания (балльный) представляет собой упорядочение исследуемых объектов (например, при составлении параметрической модели) в зависимости от их важности путем приписывания баллов каждому из них. Наиболее значимому объекту дается наибольшее количество баллов по принятой шкале, диапазон шкалы оценок обычно принимается от 0 до 1, до 5, до 10 или до 100. В простейшем случае оценка может равняться 0 или 1. Иногда оценивание осуществляется в словесной форме, например: «очень важный», «важный», «маловажный». Для большего удобства обработки результатов опроса такие оценки могут переводиться в балльную шкалу (например, соответственно 3, 2, 1).

Непосредственное оценивание следует применять при уверенности полной профессиональной информированности экспертов о свойствах исследуемых объектов. По результатам оценок определяют ранг и весомость (значимость) каждого исследуемого объекта.

По результатам оценок экспертов место любого объекта можно определить по формуле

$$\bar{B}_i = \frac{\sum_{j=1}^k A_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k A_{ij}}, \quad (23)$$

где $\bar{B}_i$ – значимость i -го объекта ($i = 1, 2, \dots, n$), рассчитанная на основании оценок экспертов ($j = 1, 2, \dots, k$); A_{ij} – оценка, данная i -у объекту j -м экспертом в баллах.

Метод сопоставления осуществляется парным сравнением и последовательным сопоставлением.

При парном сравнении эксперт сопоставляет исследуемые объекты по их важности попарно, устанавливая в каждой паре наиболее важный. Все возможные пары объектов эксперт представляет в виде записи каждой из комбинаций (объект 1 – объект 2, объект 2 – объект 3 и т. д.) или в форме матрицы.

Общее количество пар сравнения равно

$$A = N \times (N - 1) : 2, \quad (24)$$

где N – количество исследуемых объектов экспертизы.

В результате сравнения эксперт высказывает мнение о важности того или иного объекта, т. е. отдает одному из них предпочтение.

При последовательном сопоставлении эксперт располагает все исследуемые объекты в порядке их важности (как при методе рангов). Предварительно каждому объекту присваивается определенное количество баллов, например, по шкале от 0 до 1 (как при использовании метода оценивания). Причем самому важному объекту дается балл, равный 1, а всем остальным – в порядке уменьшения их значимости, от 1 до 0. Далее эксперт решает, будет ли сумма важности объекта, имеющего ранг 1, больше суммы балльных оценок всех остальных объектов. Если будет, то величина балльной оценки первого объекта увеличивается до этого уровня, а если нет, то эксперт уменьшает эту величину до такого числового значения, чтобы она стала меньше суммы оценок всех остальных объектов. Величины оценок второго, третьего и последующих объектов по важности определяются последовательно, аналогично оценке первого, наиболее важного объекта. Метод после-

довательного сопоставления для экспертов наиболее трудоемкий, особенно это ощущается, когда исследуемых объектов больше шести-семи.

К разновидностям экспертных методов с определенной долей условности можно отнести органолептический и социологический. *Органолептический метод* основан на использовании органов чувств (вкуса, слуха, зрения, обоняния, тактильности). Он применяется при измерении численных значений показателей, например продукции пищевой промышленности. *Социологический метод* базируется на опросе, сборе и анализе мнений респондентов (например, фактических или потенциальных потребителей). Опрос и сбор мнений производятся в письменной форме (с помощью анкет) или устно (на конференциях, аукционах, выставках и т. п.). При этом следует применять научно обоснованные способы опроса, математические принципы сбора и обработки информации.

Комбинированный метод представляет собой различные сочетания аналитического, экспертного и статистического методов.

По форме представления результатов оценки уровня качества однородных изделий следует использовать дифференциальный, комплексный или смешанный, а также интегральный методы. Под однородными понимают изделия, услуги одного вида, класса и назначения.

При использовании *дифференциального метода* оценки уровня качества сравниваются единичные показатели качества оцениваемого образца с соответствующими базовыми показателями. Результат оценки представляется отдельно по каждому оценочному показателю. Такое сопоставление позволяет определить, достигнут ли требуемый уровень качества по каждому показателю, по каким показателям и соответствующим им свойствам продукции этот уровень не достигнут. В последнем случае создаются предпосылки для определения направлений и масштабов улучшения качества.

Для каждого из показателей рассчитываются относительные показатели уровня качества (V_{Ki}) по следующим формулам:

$$V_{Ki} = \frac{P_i}{P_{i\sigma}} \quad (25) \quad \text{или} \quad V_{Ki} = \frac{P_{i\sigma}}{P_i} \quad \text{при } i = 1, 2, \dots, n, \quad (26)$$

где P_i – численное значение i -го показателя качества оцениваемой продукции, услуги; $P_{i\sigma}$ – численное значение i -го показателя качества базового образца; n – количество принятых для оценки уровня качества показателей.

Первая формула используется тогда, когда увеличению абсолютного значения показателя качества соответствует улучшение каче-

ства продукции или услуги. По этой формуле необходимо вычислять относительный показатель качества для мощности, срока службы, производительности, точности, коэффициента полезного действия, электрической прочности материала и др.

По второй формуле относительный показатель качества определяется тогда, когда увеличение абсолютного значения показателя соответствует ухудшению качества. По этой формуле определяют относительный показатель для себестоимости, содержания вредных примесей, массы, трудоемкости, параметра потока отказов и т. п., т. к. в этих случаях улучшение качества определяется уменьшением абсолютного значения единичного показателя.

При использовании дифференциального метода оценки уровня качества могут встречаться следующие случаи:

- 1) все относительные показатели больше единицы;
- 2) все относительные показатели меньше единицы;
- 3) все относительные показатели равны единице;
- 4) часть относительных показателей больше единицы, а оставшая часть – равна единице;
- 5) часть относительных показателей меньше единицы, а оставшая часть – равна единице;
- 6) часть относительных показателей больше или равна единице, а оставшая часть – меньше единицы.

Для первого, третьего и четвертого случаев однозначно можно сделать вывод о том, что уровень качества оцениваемой продукции (услуги) не ниже базового, а для второго и пятого случаев – о том, что уровень качества продукции (услуги) ниже базового.

В последнем случае, когда часть относительных показателей больше или равна единице, а часть – меньше, необходимо все показатели разделить по значимости на две группы. В первую группу следует включить показатели, определяющие наиболее существенные свойства продукции, услуги, а в другую – второстепенные. Если в первой группе все относительные показатели больше или равны единице, а во второй большая часть показателей также не меньше единицы, то можно сказать, что уровень качества оцениваемого объекта не ниже базового образца. В противном случае оценку уровня качества необходимо проводить с использованием другого метода.

Комплексный метод оценки качества продукции состоит в сопоставлении оцениваемого и базового образцов по одному обобщающему показателю. Обобщающим показателем качества может быть главный, наиболее значимый единичный показатель, отражающий ос-

новное назначение изделия или услуги, средний взвешенный комплексный показатель или интегральный показатель качества.

Комплексный показатель качества должен отвечать нескольким требованиям:

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

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

3. *Критичность (чувствительность)* к варьируемым параметрам. Это требование состоит в том, что комплексный показатель качества должен согласованно реагировать на изменение каждого из единичных показателей.

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

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

Комплексный показатель в форме главного выражает зависимость полезного эффекта у потребителя при использовании продукции по назначению от других ее показателей, определяющих этот эффект. Вместе с тем главный показатель не отражает всех свойств продукции, которые следует учитывать при оценке уровня ее качества. Как правило, показатели эргономичности, эстетичности, экологичности и безопасности не отражаются в главном показателе. Тогда приходится учитывать эти показатели наряду с главным при построении единого обобщенного показателя или при сопоставлении продукции с базовыми образцами по этим показателям наряду с главным. В последнем случае следует говорить о применении смешанного метода.

Средний взвешенный показатель позволяет охватить одной формулой все учитываемые при оценке свойства продукции, услуги. Его строят как функцию от значений относительных показателей качества q_i с учетом коэффициентов весомости m_i отдельных свойств. Главное требование состоит в том, что построение этой функции базировалось на учете реальных взаимосвязей свойств и показателей качества. Значительная часть таких зависимостей может быть охвачена одной формулой вида

$$K = F^{-1} \left(\sum_{i=1}^n m_i F(q_i) \right), \quad (27)$$

где F – монотонная дифференцируемая функция, имеющая обратную функцию F^{-1} ; n – количество показателей; m_i – коэффициенты весомости показателей; q_i – относительные показатели качества.

Достоинствами данного метода являются простота и наглядность интерпретации результатов оценки, а недостатком – предоставляемая экспертам возможность за счет подбора коэффициентов весомости получить желаемый, иногда недостаточно объективный, результат оценки. Кроме того, общим недостатком любых показателей этого вида является отсутствие обоснования выбора функции F , поскольку различные функциональные зависимости приводят к различным результатам оценки.

Интегральный показатель уровня качества находят как частное от деления значения интегрального показателя качества оцениваемого образца на соответствующее базовое значение.

Интегральный показатель качества определяется в виде отношения суммарного полезного эффекта от эксплуатации объекта к суммарным затратам на его создание, приобретение, монтаж у потребителя и наладку и т. п.:

$$P_{ин} = \frac{\mathcal{E}}{(K_c + \mathcal{Z}_s)}, \quad (28)$$

где $\mathcal{E}$ – полезный эффект, т. е. количество единиц продукции или выполненной изделием работы за весь срок эксплуатации изделия (количество произведенных заготовок или деталей, тонн или кубометров переработанного сырья и т. д.); K_c – суммарные капиталовложения, включающие оптовую цену, а также затраты на установку, наладку и другие работы; $\mathcal{Z}_s$ – эксплуатационные затраты за весь срок службы изделия.

Приведенная формула пригодна для определения интегрального показателя качества изделия со сроком службы до одного года. При сроке службы изделия более одного года интегральный показатель качества $P_{ин}$ вычисляют по формуле

$$P_{ин} = \frac{\mathcal{E}}{K_c \varphi(t) + \mathcal{Z}_s}, \quad (29)$$

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

Коэффициент $\varphi(t)$ вычисляют по формуле

$$\varphi(t) = \frac{E_n(1 + E_n)^{t-1}}{(1 + E_n)^t - 1}, \quad (30)$$

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

Расчет интегрального показателя по формуле (30) справедлив при следующих условиях: ежегодный эффект от эксплуатации или потребления продукции из года в год остается одинаковым, ежегодные эксплуатационные затраты тоже одинаковые, срок службы составляет целое число лет.

Несколько упрощенно, когда неизвестен срок эксплуатации изделия, $P_{ин}$ определяют по формуле

$$P_{ин} = \frac{\mathcal{E}}{K_c(1 + E_n)^t + 3}, \quad (31)$$

где величина E_n принимается в зависимости от нормативного срока использования изделия.

Дифференциальный и комплексный методы оценки уровня качества не всегда позволяют достаточно успешно решать поставленные задачи. В этих случаях для оценки уровня качества применяют единичные и комплексные показатели качества, одновременно используя и комплексный, и дифференциальный методы, т. е. оценку производят *смешанным методом*. Последовательность оценки этим методом заключается в следующем:

1. Единичные показатели качества объединяют в ряд групп, для каждой из которых определяют групповой комплексный показатель качества. Наиболее значимые единичные показатели можно в группы не включать, а рассматривать отдельно. Объединение показателей в группы должно производиться в зависимости от цели оценки. Например, при классификации продукции по группам назначения, надежности, технологичности, стандартизации и унификации и др., т. е. для данной цели оценки показатели группируются по характеризующим свойствам.

2. Найденные величины групповых комплексных и отдельно выделенных наиболее важных единичных показателей сопоставляют с соответствующими значениями базовых показателей, т. е. применяют принцип дифференциального метода.

При смешанном методе оценку уровня качества рассчитывают по формулам

$$Y_{\kappa} = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{P_{i\bar{o}}} \div n + \frac{Q}{Q_{\bar{o}}}$$

или

$$Y_{\kappa} = \sum_{i=1}^n m_i \times \frac{P_i}{P_{i\bar{o}}} + \frac{U}{U_{\bar{o}}}, \quad (32)$$

или

$$Y_{\kappa} = \sum_{i=1}^n m_i \times \frac{P_i}{P_{i\bar{o}}} + \frac{V}{V_{\bar{o}}},$$

где n – количество единичных показателей учитываемых самостоятельно; m_i – параметр (коэффициент) весомости i -го показателя качества (свойства); $U, U_{\bar{o}}$ – средний взвешенный арифметический показатель качества оцениваемой и базовой продукции, услуги; $V, V_{\bar{o}}$ – средний взвешенный геометрический показатель качества оцениваемой и базовой продукции, услуги.

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

3.3. Цели и задачи оценки уровня качества на этапах жизненного цикла продукции

Оценка уровня качества и принятие соответствующих управленческих решений осуществляется на всех стадиях (или этапах) жизненного цикла изделия. Структура жизненного цикла продукции показана на рис. 10. Под общей оценкой уровня качества изделия понимают совокупность оценок качества на всех стадиях его жизненного цикла.

Из рис. 10 следует, что уровень качества изделий должен задаваться и устанавливаться при разработке продукции, обеспечиваться при ее производстве (изготовлении), сохраняться при обращении и реализации, поддерживаться при эксплуатации или потреблении. Однако для этого на всех стадиях жизненного цикла изделия сначала надо определить (оценить) уровень качества, а потом уже воздействовать на качество теми или иными конструкторскими или (и) инженерно-технологическими методами и средствами.



Рис. 10. Стадии жизненного цикла продукции

На *стадии проектирования и конструирования* рассчитывают нормативные (назначенные или установленные) показатели качества, а также перспективное (заданное) значение уровня качества разрабатываемого изделия – Y_p .

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

На *стадии обращения и реализации*, т. е. на стадии обмена или продажи-приобретения, оценивают уровень качества готовой продукции $Y_{т.п}$ при ее обращении по соответствующим показателям сохранности и транспортабельности.

На *стадии эксплуатации* оценивают уровень качества изделия в процессе его эксплуатации $Y_{экс}$.

На последней *стадии* жизненного цикла оценивают уровень качества изделия в процессе *утилизации* $Y_{ут}$.

В итоге общий показатель уровня качества Y_k может быть определен как

$$Y_k = Y_p + Y_{изг} + Y_{т.п} + Y_{экс} + Y_{ут} \quad (33).$$

Основные задачи оценки уровня качества продукции на различных стадиях жизненного цикла продукции (этапах «петли качества») приведены в табл. 7. Эти задачи могут быть подразделены на четыре блока: предпроектные (№ 1 и 2), проектные (№ 3–8), производственные (№ 9–13), послепроизводственные (№ 14–16).

В качестве источников информации для выбора исходных данных при оценке качества продукции рекомендуется использовать:

- данные маркетинговых исследований;
- требования международных, отечественных и зарубежных стандартов;

- данные по сертификации продукции;
- результаты патентных исследований по перспективным направлениям развития продукции данного вида;
- издания торгово-промышленных палат, внешнеторговых организаций и объединений;
- каталоги и проспекты зарубежных фирм по номенклатуре выпускаемой продукции, услуг;
- отчеты специалистов о посещении выставок, ярмарок, зарубежных фирм;
- сведения из периодических изданий, монографий, материалов симпозиумов, конференций о свойствах и тенденциях развития продукции данного вида.

Таблица 7

**Основные задачи оценки качества, решаемые на отдельных стадиях
жизненного цикла продукции (ЖЦП)**

№	Задачи оценки	Этапы ЖЦП										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Комплексная оценка потребностей в продукции	+										
2	Оценка рыночной новизны	+							+			
3	Оценка технического уровня продукции		+			+						
4	Оценка конкурентоспособности продукции		+			+			+			
5	Оценка уровня технологичности		+		+					+	+	+
6	Оценка уровня ресурсопотребления при функционировании		+							+		
7	Оценка технической сложности продукции		+									
8	Оценка качества сырья, материалов и комплектующих изделий			+		+						
9	Оценка производственной новизны продукции				+	+				+		
10	Оценка безопасности продукции				+		+			+		+
11	Оценка экологичности продукции				+		+			+		+
12	Оценка качества обновленной продукции					+				+		

№	Задачи оценки	Этапы ЖЦП										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13	Оценка стабильности качества						+	+	+	+	+	
14	Оценка динамики качества при смене конъюнктуры рынка								+			
15	Оценка качества потребляемой продукции									+		
16	Оценка качества продукции после ремонта									+		

Примечание: этапы ЖЦП: 1 – маркетинг, поиск и изучение, 2 – проектирование, разработка требований к продукции, 3 – материально-техническое снабжение, 4 – подготовка и разработка производственных процессов, 5 – производство, 6 – контроль, проведение испытаний и обследование, 7 – упаковка и хранение, 8 – реализация и распределение продукции, 9 – монтаж и эксплуатация, 10 – техническая помощь и обслуживание, 11 – утилизация после использования.

На стадии маркетинговых исследований целью оценки уровня качества является установление соответствия продукции текущим и перспективным потребностям с учетом уровня их рыночной новизны на основе изучения и систематизации всех возможных сфер потребления (эксплуатации). Решая предпроектные задачи, надо исходить из необходимости наиболее полного по сравнению с товарами-конкурентами удовлетворения текущих и перспективных нужд и запросов потребителей по совокупности технических, экономических и социальных факторов.

Цель оценки уровня качества на стадии разработки – установление технического уровня и конкурентоспособности продукции на основе выявления и всестороннего анализа свойств, образующих качество продукции, и степени использования в разрабатываемой продукции современных научно-технических и конструкторско-технологических решений. Оценивая качество продукции при решении проектных задач, надо исходить из необходимости максимального удовлетворения потребностей в реальных сферах ее применения при достаточно высоком уровне производственной и эксплуатационной технологичности продукции и рентабельности ее производства.

Цель оценки уровня качества продукции на стадии ее изготовления состоит в определении меры (степени) соответствия фактических значений параметров и показателей, характеризующих качество изготовленной продукции до начала ее эксплуатации или потребления, установленным требованиям конструкторской документации, стандар-

тов, технических условий и других нормативно-технических документов. Оценивая качество продукции при решении производственных задач, следует исходить из необходимости освоения в производстве преимущественно конкурентоспособной продукции, поддержания выпускаемой продукции на современном уровне и систематического ее обновления, перехода на выпуск модернизированных или модифицированных изделий. Особое внимание должно уделяться проверке уровня производственной новизны осваиваемой, выпускаемой и обновляемой продукции, систематическому обобщению и использованию данных потребления или эксплуатации продукции. К товарам производственной новизны относят оригинальные или обновленные по конструктивно-технологическим признакам исполнения продукции. Они могут удовлетворять известные потребности на прежнем уровне, а могут и расширять круг своих потребителей. В последнем случае они обладают также и рыночной новизной.

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

– при стоимостном методе определения коэффициента дефектности:

$$Y_{изг} = 1 - \frac{K_{\partial}}{C}; \quad (34)$$

– при балльном методе определения коэффициента дефектности:

$$Y_{изг} = 1 - \frac{K_{\partial}}{K_{\partial \max}}, \quad (35)$$

где C – производственная себестоимость изготовления одного изделия; $K_{\partial \max}$ – максимально возможное значение K_{∂} для данного изделия, которое находят как

$$K_{\partial \max} = Z \times d, \quad (36)$$

где Z – максимальное значение коэффициента весомости в баллах, которое назначается наиболее существенному дефекту; d – максимально возможное количество наиболее существенных дефектов.

Из вышеизложенного следует, что при отсутствии дефектов $Y_{изг} = 1$, при предельно низком качестве изготовления изделий $Y_{изг} = 0$, при критических дефектах $d = 0$ и $Y_{изг} = 0$.

На этапе производства особое значение приобретают обеспечение и оценка стабильности качества выпускаемой продукции, соблюдения требования и норм безопасности и экологичности.

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

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

В ряде случаев целесообразно определять комплексный показатель качества эксплуатации $3(t)_{эксп}$ в виде суммарных финансовых затрат на работу изделия по назначению, обслуживанию и ремонту, отнесенные к единице времени:

$$3(t)_{эксп} = \left(\sum_{i=1}^m 3_i(t) + 3_m \right) : t, \quad (37)$$

где $3_i(t)$ – затраты на эксплуатацию изделия с наработкой t , отнесенные к единице времени и к i -му показателю качества; 3_m – затраты на восстановление значений показателей качества $K_1, \dots, K_2, \dots, K_m$; m – количество учитываемых показателей качества.

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

Количественную оценку уровня качества изделия на стадии его утилизации осуществляют по показателям эффективности процесса утилизации. Наиболее целесообразно определять комплексный показатель качества утилизации в виде суммарных финансовых затрат по всем составляющим процесса утилизации $3(t)_{утил}$, отнесенных к единице времени:

$$3(t)_{утил} = \sum_{i=1}^n 3_{б.перс} + 3(t)_{ок.ср} + (3_{утил} - \sum O_{возвр}), \quad (38)$$

где $\sum_{i=1}^n Z_{б.перс}$ – затраты на обеспечение безопасности выполнения

персоналом всех i -х работ по утилизации изделия, $Z(t)_{ок.ср}$ – затраты на снижение (ликвидацию) вреда окружающей среде при утилизации изделия, отнесенные к единице времени, $Z_{утил}$ – затраты, связанные с утилизацией изделия (затраты на исследование способов утилизации, изготовление средств утилизации, демонтаж и разборку, транспортные расходы, изготовление специальных контейнеров и т. д.), $\Sigma O_{возвр}$ – стоимость используемых остаточных ресурсов утилизованного изделия (общего лома, лома драгоценных металлов, узлов, деталей и других компонентов для дальнейшего использования с пониженными требованиями в эксплуатационных свойствах).

На основе оценки уровня качества принимают соответствующие управленческие решения, направленные на повышение качества по стадиям жизненного цикла изделий (рис. 11).

Стадии жизненного цикла изделия			
НИР	Проектно-конструкторская и технологическая подготовка производства	Производство	Эксплуатация
Задачи управления качеством изделия			
Прогнозирование необходимого качества изделия. Определение соответствия показателей качества разрабатываемого изделия достижениям НТП. Проведение технико-экономического анализа.	Определение соответствия фактических значений показателей качества изготовленных изделий до начала их эксплуатации установленным требованиям НТД. Аттестация качества изделия.	Определение соответствия фактических значений показателей качества в процессе эксплуатации требованиям НТД. Выявление возможности более полного использования всех полезных свойств изделия.	

Рис. 11. Основные задачи управления качеством на стадиях жизненного цикла изделия

Реализация таких управленческих решений происходит через конкретные технико-экономические мероприятия и необходимые действия всех, кто работает с данным изделием на протяжении его жизненного цикла. Основные задачи управления качеством изделия на основных стадиях его жизненного цикла составляют основу программы обеспечения качества на предприятии.

Контрольные вопросы

1. Для чего необходима оценка уровня качества?
2. Каковы основные операции по оценке уровня качества?
3. Какие образцы продукции называются базовыми и для чего они необходимы?
4. Какими методами производится оценка уровня качества?
5. В чем сущность дифференциального метода оценки уровня качества продукции?
6. Что из себя представляет комплексный метод оценки уровня качества продукции?
7. Какова особенность смешанного метода оценки уровня качества продукции?
8. Как распределяются задачи оценки уровня качества продукции по этапам «петли качества»?
9. С помощью каких показателей можно оценить уровень качества разнородной продукции?

Глава 4. Экономическая оценка качества

4.1. Понятие и классификация затрат на качество

До середины 50-х гг. XX в. затраты на обеспечение качества не выделялись в самостоятельную статью расходов и входили в накладные расходы, лишь затраты на контроль и испытания подсчитывались отдельно.

В 50-е гг. XX в. стали образовываться различные штабные подразделения, ориентированные на обеспечение качества. Их руководителям пришлось доказывать целесообразность и необходимость таких отделов производственным менеджерам компаний. Поскольку основным «языком» менеджеров был язык денег, возникла концепция изучения затрат, связанных с качеством.

За десятилетия развития концепции затрат на качество специалистами отделов качества были сделаны некоторые выводы:

- затраты на обеспечение качества оказались значительно выше, чем указывалось в бухгалтерских отчетах; в большинстве случаев они составляли от 20 до 40 % от объема продаж;
- затраты на качество были связаны не только с производственными задачами, роль вспомогательных процессов и служб была также довольно велика;
- большая часть затрат была связана с проблемой низкого качества; объем этих затрат был регламентирован в стандартах, но фактически они не соблюдались;
- хотя затраты от плохого качества можно было снижать, не было четкой программы действий по их снижению; кроме того, не было структурированного подхода к решению этой проблемы.

К этим выводам приходили постепенно. Зачастую многие специалисты по качеству вовлекали свои компании в программы по снижению затрат на качество, не имеющие четких целей и задач.

Классификация затрат на качество необходима:

- для оценки реальной конкурентоспособности продукции на внутреннем и внешнем рынках;
- обеспечения требуемого уровня качества выпускаемой продукции при минимизации общих затрат на ее разработку, производство, эксплуатацию;
- определения необходимых инвестиций и их поэтапного распределения между участниками инновационного процесса;
- оптимизации цены продукции и услуг;

Затраты на качество могут быть сгруппированы по различным признакам. Пример такой классификации приведен в табл. 8.

Таблица 8

Основные группы затрат на качество

№ п/п	Признак классификации	Группы затрат на качество
1	По целевому назначению	– на улучшение качества; – обеспечение качества; – управление качеством
2	По экономическому содержанию затрат	– текущие; – единовременные
3	По виду затрат	– производственные; – непроизводственные
4	По методу распределения	– прямые; – косвенные
5	По возможности учета	– поддающиеся прямому учету; – не поддающиеся прямому учету; – которые нужно учитывать
6	По стадиям жизненного цикла продукции	– при разработке продукции; – изготовлении продукции; – использовании продукции
7	По отношению к производственному процессу	– в основном производстве; – вспомогательном производстве; – при обслуживании производства
8	По возможности оценки	– планируемые; – фактические
9	По характеру структурирования	– по предприятию; – производству (цеху, участку); – видам продукции
10	По объемам формирования и учета	– продукция; – процессы; – услуги
11	По объектам формирования и учета	– оперативный; – аналитический; – бухгалтерский; – целевой
12	По составу затрат	– материальные; – оплаты труда; – амортизация; – прочие затраты

В настоящее время превалируют три концепции определения затрат на качество, в соответствии с которыми рассчитываются:

- 1) затраты с ориентацией на конкретные действия;
- 2) затраты с ориентацией на эффективность;
- 3) затраты в разрезе ошибок

К первой концепции относят классификацию затрат, предложенную Дж. Джураном и А. Фейгенбаумом. Она получила название **PAF-модель** (Prevention – предупреждение, appraisal – оценивание, failure – повреждение, дефект).

I. Затраты на предупреждение (превентивные действия). *Затраты на превентивные действия (З₁)* – это затраты производителя на любые действия по предупреждению несоответствий и дефектов, включая затраты на разработку, внедрение и поддержание системы качества, обеспечивающие потребителю снижение риска получить продукт или услуги, не соответствующие его ожиданиям. К ним относят следующие категории затрат:

1. *Планирование качества* – затраты времени всех работников, разрабатывающих общую программу качества и специализированные планы, участвующих в подготовке процедур, необходимых для сообщения этих планов всем заинтересованным службам.

2. *Анализ новой продукции* – затраты на обеспечение надежности продукции и на другие мероприятия по качеству, связанные с запуском новых изделий.

3. *Управление процессами* – затраты на контроль и испытания производственных процессов для определения их работоспособности.

4. *Аудиты системы качества* – затраты на все мероприятия по проверке качества, запланированные в общем плане по качеству.

5. *Оценка качества поставщиков* – затраты на оценку деятельности поставщиков по обеспечению качества перед окончательным выбором поставщиков во время выполнения контракта и при оценке эффективности предпринимаемых поставщиками действий по обеспечению качества.

6. *Затраты на обучение* – затраты на разработку программ обучения и проведение занятий с персоналом, связанным с обеспечением качества.

7. *Затраты на обновление* технологии, оборудования, материалов, методов управления, оргструктуры организации.

II. Затраты на оценку качества (инспекцию или контроль качества) (З₂) – это затраты производителя по обнаружению несоответствий и дефектности, возникающих в процессе проектирования и производства или оказания услуг, с целью их исключения до момента поступления продукта к потребителю или завершения оказываемых ему услуг. Перечислим эти затраты.

1. *Затраты на приемочный контроль изделий и материалов* – затраты на определение качества готовых изделий и материалов как

при выходном контроле и надзоре за обеспечением качества у изготовителя, так и при входном контроле продукции у потребителя.

2. *Затраты на контроль и испытание процессов* – затраты на определение степени соответствия производственных процессов техническим требованиям.

3. *Заключительные контроль и испытания* – затраты на определение соответствия требованиям при приемке продукции.

4. *Аудиты качества продукции* – затраты на проведение аудитов готовой продукции или находящейся в процессе производства.

5. *Обеспечение точности испытательного оборудования* – затраты на проведение калибровки приборов и проверку оборудования.

6. *Затраты на контроль и испытание материалов и услуг* – затраты на продукты, израсходованные при разрушающих испытаниях, на расходные материалы (например, рентгеновская, кино- и фотопленка) и услуги (например, поставка электроэнергии).

7. *Затраты на проверку продукции на складе* – затраты на проверку соответствия качества при ее хранении.

III. Потери от брака (несоответствий) (Z_3), которые обычно делят на внутренние и внешние.

Издержки на внутренний брак (Z_{31}) – затраты производителя на устранение выявленных им в процессе производства товаров или услуг дефектов (как внутренних, так и внешних) с учетом затрат на изготовление качественной продукции взамен забракованной. Эти затраты производителя являются его личными издержками, т. е. затратами, которые он не сможет вернуть в дальнейшем за счет потребителя. Объем этих издержек производителя зависит от количества выявленных им несоответствий требованиям потребителя и от этапа жизненного цикла продукта, на котором были обнаружены несоответствия (дефекты), стоимость исправления которых возрастает в соответствии с принципом десятикратных затрат.

Выделяются следующие группы таких затрат:

1. *Стоимость отходов производства* – затраты на труд, материалы и (обычно) накладные расходы на дефектную продукцию, которую экономически невыгодно исправлять. Эту продукцию называют по-разному: брак, испорченный или дефектный товар, потери и т. д.

2. *Затраты на переделки* – затраты на исправление дефектных изделий с целью сделать их пригодными для использования.

3. *Анализ дефектов* – затраты на анализ несоответствующей продукции для определения причин несоответствий.

4. *Затраты на отходы и переделки поставляемой продукции* – затраты из-за необходимости переделки несоответствующих продуктов, передаваемых поставщиками.

5. *Затраты на сплошной контроль и инспекцию* – затраты на отыскание дефектных изделий в партиях продукции, отмеченной недопустимо высокой степенью дефектности.

6. *Затраты на повторный контроль и испытания* – затраты на проведение контроля и испытаний продуктов, прошедших переделку, или на дополнительные проверки.

7. *Затраты из-за возникновения новых потерь* – затраты из-за потерь, которые могут возникнуть с уже проверенной и годной продукцией при транспортировке (например, из-за переполнения контейнеров, идущих к потребителю), из-за проблем и неисправности погрузочного или измерительного оборудования.

8. *Снижение сортности изделий* – разность между нормальной продажной ценой и ценой, сниженной по причине качества.

Издержки на внешний брак (Z_{32}) – дополнительные затраты производителя на исправление несоответствий переданного потребителю продукта или оказанных потребителю услуг по сравнению с тем, что он ему обещал (гарантировал). К ним относятся затраты, связанные с дефектами, обнаруженными после отгрузки продукции потребителю. Эти затраты включают:

1. *Гарантийные выплаты* – затраты, связанные с заменой или проведением ремонтов продукции в период гарантийного обслуживания.

2. *Удовлетворение претензий* – затраты на поиск и исправление причин обоснованных претензий, связанных с обнаружением дефектов продукции во время эксплуатации или из-за неправильной ее поставки.

3. *Скидки* – снижение цены дефектной продукции с целью ее реализации потребителю или годной продукции, но не соответствующей некоторым требованиям спецификации.

4. *Затраты на проведение кампаний по возврату на фирму дефектных изделий, на выяснение причин отказов, транспортировку дефектных изделий к месту исправления.*

5. *Затраты на замену продуктов*, отказавших в эксплуатации в течение гарантийного срока, и др.

Внешний брак выявляется потребителем, и поэтому указанные потери помимо издержек производителя на бесплатную замену некачественного продукта качественными эквивалентами включают затраты на последующий дополнительный контроль с целью выявления причин несоответствия и штрафные санкции. *Производитель в глазах потребителя* несет моральные издержки, которые в соответствии с

«айсберговым эффектом» могут повлечь непредсказуемые потери, вплоть до краха предприятия.

В рамках второй концепции используют классификацию **затрат с ориентацией на эффективность**, предложенную Ф. Кросби. Он выделял затраты на обеспечение соответствия требованиям и затраты, вызванные несоответствиями товаров и услуг требованиям клиента.

Издержки соответствия (Cost of Conformance) содействуют успеху предприятия в том плане, что оправдывают ожидания клиента. В эту категорию входят затраты, связанные с мероприятиями по долгосрочному исключению ошибок и предупреждению рисков их возникновения.

Издержки несоответствия (Cost of Nonconformance) представляют собой, по сути, пустую трату ресурсов, когда средства направляются на производство товаров и услуг, не отвечающих в отношении качества требованиям потребителя. В этой группе также выделяются внешние и внутренние издержки.

Концепция *учета издержек в разрезе ошибок* исходит из того, что даже возможная или незначительная ошибка может привести к тяжелым последствиям. Затраты классифицируют по двум критериям:

- *по месту возникновения* ошибок (разделяются на внутренние и внешние);
- *по последствиям* ошибок (различаются прямые и косвенные издержки, а также издержки, связанные с потерей альтернативных возможностей получения прибыли). К *прямым* относят издержки, причиной которых можно однозначно назвать определенную ошибку и которые можно, как правило, увязать с определенным местом возникновения этой ошибки и ее конкретным виновником. *Косвенные* же издержки выявляются в результате анализа ошибок и в ходе их устранения. Наконец, *издержки, связанные с потерей альтернативных возможностей*, не являются фактическими затратами, а представляют собой упущенную прибыль из-за совершенных ошибок.

Главное преимущество учета издержек ошибок по сравнению с двумя другими подходами к классификации заключается в их ясном соотношении с отдельными категориями затрат.

4.2. Управление затратами на качество

При разработке программ управления затратами на качество определяются следующие главные цели:

1. *Определение «размера проблемы качества» в денежном исчислении*, что делает ее понятной и высшему, и среднему звеньям управления. Это связано с тем, что реальные затраты на качество оказываются выше предполагаемых. Во многих отраслях они превышают 20 % от объема продаж.

2. *Выявление приоритетов снижения затрат*. Затраты на качество включают сегменты, которые неодинаковы по величине и роли в общих затратах. При оценке затрат на качество справедливы соотношения, приведенные в табл. 9.

Таблица 9

Относительные доли элементов затрат на качество

Затраты на качество по А Фейгенбауму	Затраты на качество по Ф. Кросби	Доли от суммарных затрат, %
Издержки на внутренний брак, Z_{31}	Затраты на несоответствие	25–40
Издержки на внешний брак, Z_{32}		25–40
Затраты на инспекцию, Z_2	Затраты на соответствие	10–50
Превентивные затраты, Z_1		0,5–5

Из табл. 9 видно, что примерно 50–80 % от всей стоимости качества составляют издержки на производство и последующее исправление брака. Поэтому вместо того, чтобы искать «оптимальный уровень дефектности», соответствующий минимальному уровню затрат, производитель должен сосредоточить свое внимание на полном исключении дефектов.

3. *Расширение управления затратами*. В большинстве случаев в управлении финансами не учитываются такие категории, как затраты на брак, переделки и отказы в эксплуатации, не относящиеся к определенным конкретным производственным подразделениям. Поэтому одна из задач оценки затрат на качество связана с расширением управления бюджетом и затратами для включения в результирующие параметры затрат из-за низкого качества.

4. *Стимулирование улучшений за счет публикаций сведений о качестве*. Некоторые фирмы стали оценивать затраты из-за низкого качества в надежде, что публикация сведений о затратах будет стимулировать ответственных менеджеров предпринимать действия с целью

снижения затрат. При правильной постановке дела итоговые показатели могут стать хорошим стимулом к соревнованию между производственными отделами и административными подразделениями.

Процедура управления затратами на качество включает следующие этапы:

- нормирование и планирование затрат;
- учет и обобщение данных по каждой категории затрат;
- контроль отклонений затрат;
- регулирование затрат и принятие управленческих решений.

Нормирование и планирование затрат связано с выбором и согласованием категорий затрат. Эту работу следует осуществлять индивидуально и с учетом особенностей деятельности каждой организации. Обычно данная работа начинается с анализа литературы и выбора отдельных категорий затрат, которые наилучшим образом применимы к данной организации. Названия категорий должны соответствовать направлению деятельности организации. Список выбранных категорий и оценок обсуждается со всеми службами для выявления возможных дополнительных категорий, уточнения формулировок и принятия решений по группировке затрат. Полученные оценки верны «для данной организации».

Деятельность по разработке категорий затрат на качество лучше всего осуществлять с помощью аналитика (одного или нескольких), работающего с группой руководителей среднего и высшего звеньев, наиболее компетентных в анализируемой области.

Вначале усилия сосредоточиваются на выявлении основных процессов в организации и потребителей их результатов. Для каждого процесса проводится «мозговой штурм» по анализу деятельности, связанной с низким качеством, при этом используются тщательно разработанные вопросники, распространяемые среди сотрудников разного уровня. На этом шаге стремятся не дать оценку самим затратам, а выявить и зафиксировать деятельность, связанную с низким качеством.

Деятельность считается вызванной низким качеством, если она обусловлена несоответствиями, выявленными при контрольных действиях, а также затратами, произведенными внутри или вне компании из-за низкого качества продукции или услуги.

Команда по улучшению обычно начинает с очевидных затрат, таких как поставки несоответствующей продукции, жалобы потребителей или ошибочные поставки. Но после того как будет построена блок-схема процесса и проведен дополнительный анализ, обычно выявляются и другие источники затрат, связанные, например, с возвратом изделий или их заменой.

Команде по улучшению будет гораздо легче работать с полученными данными, если у нее будет исчерпывающий перечень типичных причин, вызывающих низкое качество. Эти причины заранее делят на несколько основных групп. Кроме того, использование таких ключевых слов, как «переделка», «отходы», «ремонт», «возврат», «жалобы», «ускорить», «подогнать», «подождать», «эксцесс» и т. п., также помогает сделать правильный выбор.

Используя традиционный подход, *при первоначальной оценке* обычно определяют затраты на переделку, испытания, брак, отходы, возврат от потребителей, контроль, отзыв продукции.

Эти затраты составляют 4–5 % от объема продаж.

Для того чтобы получить полную картину потерь из-за низкого уровня деятельности компании, надо учесть, помимо традиционных, *скрытые затраты*:

- на дополнительное время;
- содержание дополнительной сервисной службы;
- задержки с выполнением планов;
- задержки с оформлением документов;
- страховые запасы комплектующих и узлов;
- скидки для потребителей на несоответствия;
- дополнительные перевозки;
- ошибки в оформлении счетов на оплату;
- содержание дополнительного персонала;
- срочность исправления несоответствий;
- отставание в реализации принятых программ;
- неполное выполнение принятых заказов;
- обращение с жалобами;
- проведение дополнительных работ;
- доработку конструкции несоответствующей продукции;
- производство продукции для оперативной замены;
- потерю времени на контакты с потребителем;
- неиспользуемые производственные мощности.

При этом видно, что традиционная часть затрат, по существу, является лишь видимой частью айсберга, составляющей 15–20 % от общего объема затрат.

Низкое качество вызывает затраты на оценку и контроль, выявление несоответствий внутри компании, выявление несоответствий вне компании.

Затраты на оценку и контроль качества будут оправданы при условии, что несоответствие обнаружат до того, как продукция попа-

дет к потребителю. На выявление этих несоответствий могут быть направлены следующие действия:

- проведение испытаний продукции до ее передачи потребителю;
- проверка документов и исправление ошибок;
- контроль работы оборудования или поставщиков;
- проверка отчетов или корреспонденции;
- проверка подготовленных счетов до отправки их для оплаты.

Выявление несоответствий на этой стадии исключает серьезные затраты на отказы и сбои в будущем, а также помогает разрабатывать более эффективные методы контроля. Задача этого этапа – исключить избыточные затраты.

Затраты на несоответствия, выявленные внутри компании, обусловлены ремонтом изделий, заменой несоответствующих частей или переделкой неправильно выполненной работы. Все эти работы обычно незаметны для потребителя. Примерами могут быть:

- замена изделий, не соответствующих требованиям;
- реставрация поврежденных поверхностей;
- повторное проведение расчетов из-за сбоев в компьютере;
- замена компонентов, поврежденных при перемещениях;
- переоформление отдельных частей проекта;
- переработка для обеспечения выполнения плана;
- исправление ошибок в базах данных;
- хранение запаса компонентов для замены дефектных;
- списание продукции, не соответствующей требованиям;
- время на исправление ошибок в счетах на оплату;
- исправление ошибок в технических условиях в чертежах.

Затраты на несоответствия, выявленные вне компании. Эти несоответствия напрямую затрагивают интересы потребителей, и их устранение обычно обходится особенно дорого. Затраты этой категории могут быть вызваны следующими обязательствами и обстоятельствами:

- удовлетворение гарантийных требований;
- изучение и удовлетворение жалоб;
- снижение неудовлетворенности за счет отзыва продукции;
- выполнение необоснованно взятых обязательств;
- исправление ошибок в счетах;
- замена или ремонт поврежденных или утерянных грузов;
- обслуживание пассажиров отмененных, задержанных рейсов;
- отказ в предоставлении скидок из-за задержек в оплате счетов, выставленных вашими поставщиками;

– выезд специалистов непосредственно к потребителю при возникновении неполадок;

– возмещение потерь потребителю, вызванных несвоевременным выполнением обязательств.

Усилия по исправлению несоответствий, выявленных вне компании, обычно направлены на восстановление доверия потребителей, иначе это грозит потерей рынка. Однако все потери от этого вряд ли можно подсчитать точно.

После того как определены детальные категории затрат на качество, между некоторыми из них могут возникнуть определенные противоречия. Очень много неясностей и противоречий связано с включением той или иной статьи затрат, в этом случае часто можно услышать категоричные утверждения: «Эти статьи не относятся к затратам по качеству, а являются частью обычных производственных затрат, поэтому их следует исключить из рассмотрения!»

Для разрешения этих противоречий полезно задать вопрос: «Предположим, все дефекты исчезли. Исчезнут ли тогда рассматриваемые затраты?» Ответ «да» означал бы, что затраты связаны с проблемами качества и поэтому должны включаться. Ответ «нет» означал бы, что эти затраты не следует связывать с качеством.

Существуют и другие противоречия, связанные с классификацией составляющих затрат. Вот некоторые примеры:

1. Куда следует включать затраты сплошного контроля: в затраты на оценку качества или в издержки из-за внутренних отказов? Если сплошной контроль выполняется для улучшения неудовлетворительного уровня качества продукции, то это – часть издержек из-за внутренних отказов. Если уровень качества удовлетворителен, но сплошной контроль производится по требованию потребителя или менеджмента, то это – затраты на оценку качества.

2. Куда следует включать затраты на исследования и исправления причин отказов: в затраты на предупреждение или в издержки из-за отказов? Уточним, что исследования выполняются для предупреждения будущих дефектов. Если исследования проводят при наличии действительных отказов, мы считаем, что затраты на исследования следует включать в издержки из-за отказов. Затраты на проведение анализа проектов и любых действий, связанных с оценкой новых изделий, следует относить к затратам на предупреждение.

Учет и обобщение данных необходимы, т. к. существующая система бухгалтерского учета издержек производства по статьям калькуляции не позволяет в полном объеме выделить затраты на обеспечение

качества, скрытые в разных статьях себестоимости продукции. Этот этап управления предполагает выполнение следующих действий:

- определение места сбора данных;
- организация сбора информации;
- разработка простой формы для сбора данных;
- подготовка четких инструкций;
- анализ разработанных форм и процедур;
- подготовка сборщиков данных;
- проверка и анализ результатов.

При оценке затрат на производство продукции и услуг низкого качества часто требуется сопоставить разные мнения и выявить затраты, которые большинству сотрудников кажутся наиболее значимыми. И хотя личные оценки не всегда бывают основаны на точных данных, они очень важны для дальнейшего планирования работ по сокращению затрат.

Если один и тот же вид деятельности осуществляется в разных частях организации, можно воспользоваться методом аналогии. Например, функции отделов продаж везде одинаковы. Если у компании 10 отделов продаж, то оценки затрат на продукцию и услуги низкого качества, полученные для одного или двух отделов, вполне достаточны для получения оценки общих затрат для всех отделов.

Сбор данных о затратах на низкое качество помогает:

- выбрать наиболее важные проекты по повышению качества;
- выявить наибольшие расходы по конкретной проблеме;
- определить затраты для сокращения в первую очередь.

Данные могут быть получены одним из следующих способов:

1. *Путем непосредственных оценок.* Это практичный подход, требующий умеренных усилий. В течение нескольких дней или недель можно собрать достаточно данных о затратах, связанных с качеством, чтобы ответить на следующие вопросы: существует ли главная возможность снижения затрат и в чем она состоит?

2. *Путем расширения бухгалтерской системы.* Это более сложный подход, требующий больших усилий разных отделов, особенно бухгалтерии и отдела качества. Получение данных таким способом занимает от нескольких месяцев до нескольких лет работы.

Во время изучения собираются данные из разных источников:

1. Отчеты отделов. Например, оценка затрат отделом контроля качества позволяет оценить расходы по устранению брака.

2. Бухгалтерские отчеты. Например, счет «возвраты потребителями» может сообщить стоимость всех возвращенных товаров.

3. Отчеты о трудозатратах. Например, часть работы по контролю продукции осуществляется работниками отдела.

4. Оценки. Для этого могут потребоваться разные подходы:

а) временные записи. Например, некоторые производственные рабочие затрачивают часть времени на ремонт дефектной продукции. Можно договариваться с их мастером о фиксировании этого времени, чтобы оценивать затраты на качество. Этот метод можно затем распространить на весь период изучения затрат;

б) выборочные работы. При таком подходе проводят анализ случайных действий и оценивают относительное время, затрачиваемое на каждую операцию, а затем определяют категории затрат качества;

в) локализация работы. Например, часть рабочего времени инженеры технической службы предприятия затрачивают на анализ случаев отказов от изделий. Однако бухгалтерия не фиксирует это время работы в разных счетах. Попросите инженеров оценивать время, затрачиваемое на анализ отказов, самостоятельно, в результате можно будет определить затраты инженерного состава на работы по обнаружению причин отказов;

г) стандартные данные о затратах. Например, брак, переделки и замены выборок в эксплуатации. Необходимо иметь в виду, что эта практика может быть исторически сложившейся и может устаревать;

д) мнения профессионалов. Например, анализ специалистами проектов, программ обучения и переподготовки кадров и т. п.

Старайтесь использовать существующую систему сбора и управления затратами как основной источник информации. Если полностью воспользоваться существующей системой нельзя, то постарайтесь использовать другие данные из уже апробированных операционных систем, процедур, стандартов и спецификаций, но ни в коем случае не изобретайте полностью новую систему. Ниже в качестве примера приведен ряд потенциальных источников затрат на качество в соответствии с существующей на практике документацией и деятельностью производителя.

Возможные источники информации о затратах на качество:

1. Анализ окладов и заработков сотрудников.
2. Рапорты подразделений о затратах.
3. Бюджет подразделений.
4. Анализ накладных расходов (свет, тепло, энергия и т. п.).
5. Данные о стоимости продукта.
6. Рапорты об утилизации материалов и продуктов.
7. Рапорты об утилизации оборудования.
8. Рапорты об отказах и дефектах.

9. Анализ переделки продукта (сервиса).
10. Анализ возвращенных товаров.
11. Регистрация низкокачественного и отказавшего продукта.
12. Рапорты о нарушениях режима работы сотрудниками.
13. Рапорты о командировочных расходах.
14. Рапорты об использовании материалов.
15. Инспекционные рапорты.
16. Рапорты о продажах.
17. Учет имущества, используемого в подразделениях.
18. Книга жалоб и предложений потребителя.
19. Записи и акты по ремонту, заменам и исправлениям.
20. Анализ кредитов, предоставляемых подразделениям.

Необходимо обеспечить постоянное внимание руководства к вопросам качества за счет включения сведений о затратах на качество в регулярные финансовые отчеты.

Не пытайтесь сразу учесть все затраты на качество. Первоначальная оценка общих затрат не требует их тщательной детализации. Поэтому не задерживайте процесс улучшения качества с помощью поиска мельчайших деталей, влияющих на его проведение. Помните о том, что по мере действия программы по подготовке и обучению кадров, повышению квалификации многие статьи затрат на качество сотрудники смогут идентифицировать сами, давая вам соответствующую информацию.

Система сбора должна обеспечивать возможность накопления данных, преобразования исходных единиц полученных данных в денежные единицы и отнесение их к соответствующим статьям финансового отчета. Основным шагом при организации сбора данных является присвоение каждой категории данных собственного кодового номера для облегчения занесения данных в исходные документы и последующей их обработки. Кодовые номера присваиваются счетам, отделам, изделиям, комплектующим узлам, операциям, датам, классам оборудования, типам дефектов, рабочим заказам, поставщикам, потребителям, рабочим и т. д. Кроме того, в различные исходные записи включаются карты расхода времени, номера партий поставляемых материалов, отчеты по контролю, накладные по ремонту, отходам, обслуживанию, комплектации и сводный отчет о замеченных нарушениях. В последнее время возрастает роль автоматизированных систем сбора данных.

Существует множество способов *обобщения данных* о затратах. К основным способам можно отнести:

1) обобщение по виду продукции, процессу, комплектации, типу дефекта или другому признаку концентрации дефектов. Для выполнения такого обобщения можно использовать анализ Парето, позволяющий выявить многие важнейшие факторы;

2) обобщение по организационным подразделениям: в рамках отдела, цеха или другой функциональной группы. Такие обобщения не только позволяют оценивать результативность конкретных подразделений, но и могут рассматриваться менеджерами соответствующих структурных единиц как форма личной таблицы показателей;

3) обобщение по категориям затрат из-за низкого качества. Такое обобщение помогает в изучении соотношений между категориями. Например, для использования модели необходима информация о составе затрат на качество по категориям. Кроме того, тенденции изменения затрат по категориям позволяют направить усилия коллектива на последовательное сокращение определенных категорий затрат;

4) обобщение по времени: суммирование затрат за календарный период времени позволяет выявить тенденцию в распределении усилий по улучшению качества.

Часто публикуемые обобщенные суммы затрат получают путем комбинации этих разных способов.

Для *контроля отклонений затрат на качество* от установленных требований можно использовать 5 подходов:

- модель «всеобщего блага общества» (Г. Тагути);
- модель сбалансированных оценок (Р. Каплан, Д. Нортон, Н. Шефферд);
- модель PAF: Prevention – предупреждение, Appraisal – оценивание, Failure – повреждение, дефект (А. Фейгенбаум);
- модель эффективности процесса (Ф. Кросби, Дж. Джуран);
- модель потери качества из-за допущенных ошибок (С. Синго, В. Шухарт, Ф. Тейлор).

Кратко рассмотрим первые две модели. Остальные модели рассмотрены при классификации затрат на качество в разделе 4.1. настоящего учебного пособия.

Концепция «всеобщего блага общества». В соответствии с этой концепцией затраты на качество нужно рассматривать с позиции потерь всего общества, которые возникают после отгрузки продукции. Потери могут быть двух типов: связанные с изменчивостью функций продукции и связанные с вредными побочными эффектами. Качество оценивается не через увеличение эффективности продукции, а через недостаток качества. Более подробно функция потерь качества изложена во второй части учебного пособия.

Модель сбалансированных оценок затрат на качество. Согласно этой концепции оценка затрат на качество проводится по четырем важнейшим направлениям деятельности организации: финансы, потребители, внутренние процессы, новшества и познание. Например, процессы должны быть разработаны таким образом, чтобы они были способны обеспечить соответствие как самих процессов, так и продукции установленным требованиям. Затраты на производство продукции и услуг низкого качества, как правило, возникают в области производственного процесса. Оценка затрат из-за неудовлетворенности потребителя используется для улучшения коммерческой деятельности организации. Затраты на обучение персонала как элемента познания заставляют задуматься о проблемах, связанных с человеческим фактором. Финансовая часть модели связана со стоимостным выражением затрат на качество в разрезе экономических элементов.

Контроль отклонений затрат на качество можно проводить по совокупным показателям затрат и на основе удельных затрат. Оба метода могут применяться как самостоятельно, так и совместно.

В табл. 10 дана сводка рекомендуемых способов оценки затрат на качество по первому методу.

Таблица 10

Способы оценки на основе суммарных затрат на качество

Элементы затрат	Калькуляция затрат на качество			Сущность способа
	по процессам	по эффективности	по ошибкам	
На профилактику	+			Предотвращение дефектов
На оценивание	+			Испытание, контроль, обследование
Связан. с дефектами	+ (+)			До и после поставки
Стоимость соответствия		+		Полное удовлетворение потребителя без изменения имеющегося процесса
Стоимость несоответствия		+ (+)		Полное удовлетворение потребителя за счет переделки имеющегося процесса

Элементы затрат	Калькуляция затрат на качество			Сущность способа
	по процессам	по эффективности	по ошибкам	
Материальные потери			+ (+)	Затраты внутренние и внешние вследствие дефектов
Нематериальные потери			+ (+)	Снижение производительности труда, сокращение объема, сбыта и т. п.

Примечание: знак «(+))» означает внешние затраты, «+» – внутренние затраты.

Примером контроля *затрат на единицу продукции* может быть расчет годовой стоимости работ по исправлению ошибочных поставок. Чтобы определить эти затраты, надо оценить, во сколько в среднем обходится одна ошибочная поставка, подсчитать количество этих поставок за год и перемножить полученные числа.

В зависимости от целей контроля затрат на качество и возможностей получения необходимых данных контрольные методы второй группы существенно различаются.

На этапах проектирования технологического планирования, подготовки и освоения производства целесообразно применение *функционально-стоимостного анализа* (табл. 11).

Таблица 11

Коэффициенты значимости затрат на функции качества изделия

Ранг функции	Значимость функции, %	Удельный вес затрат на функцию в общих затратах, %	Коэффициент значимости затрат на функцию (ср. 3: гр. 2)
1	2	3	4
1	40	40	1,00
2	30	50	1,67
3	15	5	0,33
4	10	3	0,30
5	5	2	0,40
Итого	100	100	—

ФСА – метод системного исследования функций отдельного изделия, ориентированный на повышение эффективности использования ресурсов путем оптимизации соотношения между потребительскими свойствами объекта и затратами на его разработку, производство и эксплуатацию. Группировка затрат на функции по степени их важности (полезности) позволяет выявить первоочередные направления снижения стоимости изделия.

Оптимальным считается значение коэффициента значимости, равное единице. При существенном превышении коэффициента данного уровня необходимо искать пути удешевления функции. В нашем примере (табл. 11) такой является функция с 30 %-ным вторым уровнем значимости.

Степень взаимосвязи между какими-либо характеристиками качества, имеющими количественное выражение, и затратами на него позволяет определить *коэффициент корреляции* (r). Коэффициент корреляции может принимать значения от -1 до $+1$.

При r , близком к $|1|$, можно говорить о тесной связи между исследуемыми переменными, и, напротив, при r , близком к 0 , корреляция между ними выражена слабо. Если $r = |1|$, то все точки на диаграмме рассеивания будут лежать на прямой. Такая зависимость называется функциональной. Когда $r = 0$, корреляционная связь между факторным и результативным показателями отсутствует. Знаки «+» или «-» говорят о направлении связи: прямом или обратном.

Одним из способов второй группы, является *индексный метод*. Сложность применения данного метода заключается в том, что оба признака должны быть выражены количественно. Если показатель качества имеет числовые характеристики, то при построении индексов их можно использовать как веса затрат. В противном случае весами может служить количество элементов конструкции изделия, количество деталей и узлов изделий. Рассчитаем индекс затрат с учетом качества и проанализируем влияние на него двух факторов: изменения расхода нового сырья и его стоимости.

$$I_{зк} = \frac{\sum q_{нк} \cdot Z_{нк}}{\sum q_{ск} \cdot Z_{ск}} = \frac{\sum q_{нк} \cdot Z_{ск}}{\sum q_{ск} \cdot Z_{ск}} \cdot \frac{\sum q_{нк} \cdot Z_{нк}}{\sum q_{нк} \cdot Z_{ск}}, \quad (39)$$

где $I_{зк}$ – индекс затрат с учетом качества; $q_{нк}$ – расход нового по качественным характеристикам сырья, нат. ед.; $q_{ск}$ – расход старого по качественным характеристикам сырья, нат. ед.; $Z_{нк}$ – затраты (стоимость) нового сырья, ден. ед.; $Z_{ск}$ – затраты (стоимость) старого сырья,

ден. ед.; $I_k = \frac{\sum q_{нк} \cdot Z_{ск}}{\sum q_{ск} \cdot Z_{ск}}$ – индекс, учитывающий изменение качества

сырья без изменения его стоимости; $I_z = \frac{\sum q_{нк} \cdot Z_{нк}}{\sum q_{нк} \cdot Z_{ск}}$

– индекс, учитывающий изменение затрат на продукцию с учетом изменения качества сырья.

Для оценки затрат на качество изделия можно использовать *метод балльной оценки*, в соответствии с которым каждому качественному параметру изделия выставляется балл с учетом значимости этого параметра для изделия в целом и избранной для оценки шкалы: 5-, 10-, 100-балльной. После этого определяется средний балл изделия, характеризующий уровень его качества. Путем деления себестоимости изделия на средний балл вычисляют затраты одного среднего балла:

$$P_{ос} = \frac{P}{Бс}, \quad (40)$$

где P – себестоимость изделия; $Бс$ – средний балл изделия с учетом параметров его качества.

К параметрам качества можно относить как технико-экономические параметры, так и эстетические, органолептические свойства, соответствие моде и пр.

Затраты на обеспечение качества, выраженные в абсолютных значениях, как правило, приходится с чем-то сравнивать, чтобы получить относительную величину. Это позволяет при анализе проследить тенденции их изменения с учетом вариаций в объеме выпуска продукции, ее номенклатуры, издержек производства и т. д.

Для сравнения обычно используют следующие показатели:

1. *Трудозатраты* (общие, прямые, нормативные). Предпочтительнее использовать нормативные трудозатраты, поскольку они отражают запланированный объем работы без учета отклонений. На показатели, соотнесенные с трудозатратами, оказывает сильное влияние изменение объемов производства и степень механизации операций и незначительное – стоимость материалов, номенклатура производства, длительность производственного цикла.

2. *Себестоимость производства* (цеховая, заводская себестоимость, суммарные издержки производства, себестоимость реализованной продукции). Показатели «заводская и цеховая себестоимость» используются лишь в случае, если цикл производства не является длинным.

3. *Объем выпуска в стоимостном выражении* (чистая сумма продаж, стоимость продукции, отгруженной на склад, стоимость условно чистой продукции). Все эти показатели используются в том случае, если цикл производства относительно короток и продукция

реализуется вскоре после ее выпуска. Показателю «условно чистая продукция» отдается предпочтение, если стоимость материалов достаточно высокая и существенно увеличивает цену продукции.

4. *Объем выпуска в натуральном выражении* (количество изготовленных единиц продукции; количество единиц, эквивалентных n -му виду продукции). Эти показатели используются для сравнения затрат на качество, распределенных по всей номенклатуре изделий.

В каждой фирме выбираются те показатели, которые наилучшим образом отражают ее специфику. Как правило, используется несколько показателей, что позволяет проследить тенденции в изменении затрат на обеспечение качества с учетом воздействия различных факторов.

Сводка используемых опорных показателей вместе с их преимуществами и недостатками представлена в табл. 12.

Таблица 12

Опорные показатели для измерения затрат на качество

Показатели	Преимущества	Недостатки
Действительное время работы (трудозатраты)	Легко, доступно и понятно	Подвержено сильному влиянию автоматизации
Действительная стоимость работы	Доступна и понятна, сглаживает влияние любой инфляции	Величина сильно зависит от степени автоматизации процесса
Стандартное значение затрат на изготовление продукции	Более стабильно, чем указанные выше, полезно при оценке затрат на производство продукции	Включают постоянные и переменные накладные расходы, бесполезны при сравнении разных отделов производства
Объем продаж в стоимостном выражении	Привлекательность для высшего руководства	Подвержены влиянию цен, маркетинговых затрат, спроса и т. д.
Объем выпуска продукции в натуральном выражении	Простота оценки	Неэффективен при сравнении разных изделий, если нет «эквивалентных» единиц

Вначале при оценке лучше выбрать несколько опорных показателей, а затем, когда менеджеры будут уже иметь опыт составления отчетов, можно будет оставить только самые значимые показатели для сравнения. Наибольшее впечатление на высшее руководство производят следующие соотношения:

1. Процентное отношение затрат на качество к объему продаж. В финансовых отчетах, представляемых высшему руководству и даже акционерам, обычно для сравнения используют показатели объема продаж. При таком сравнении высшему руководству легче понять значение цифр.

2. Сравнение затрат на качество с прибылью. Для менеджеров бывает полезной информация о том, что затраты на качество превышают прибыль компании (что бывает довольно часто).

3. Сравнение затрат на качество с размером текущих затрат.

Для примера приведем следующие относительные показатели:

а) отношение суммы затрат на контроль и испытания и превентивных затрат к общим затратам из-за потерь от брака;

б) отношение затрат на технический контроль к прямым трудовым затратам;

в) отношение стоимости забракованных поставок и затрат на исправление дефектов в них к общим затратам на входной контроль;

г) отношение затрат на приемочный контроль к затратам на текущий контроль.

Обобщающий показатель качества можно исчислить по формуле

$$K_k = \frac{C_{\delta} + C_{\theta} + C_{\varepsilon}}{C_{\phi}}, \quad (41)$$

где K_k – коэффициент качества; C_{δ} – стоимость забракованной в процессе производства продукции, ден. ед.; C_{θ} – стоимость дефектной продукции, за которую по рекламациям уплачен штраф, ден. ед.; C_{ε} – стоимость продукции, подвергнутой гарантийному ремонту, ден. ед.; C_{ϕ} – стоимость продукции, фактически реализованной за отчетный период, ден. ед.

При этом показатель величины K_k ближе к нулю, значит, предприятие работает лучше.

При регулировании затрат и принятии решений необходимо уделить особое внимание следующим вопросам:

1. Форма представления результатов. Наиболее часто результаты оценки представляют в форме таблиц, графиков или диаграмм. Пример графического отчета приведен на рис. 12.

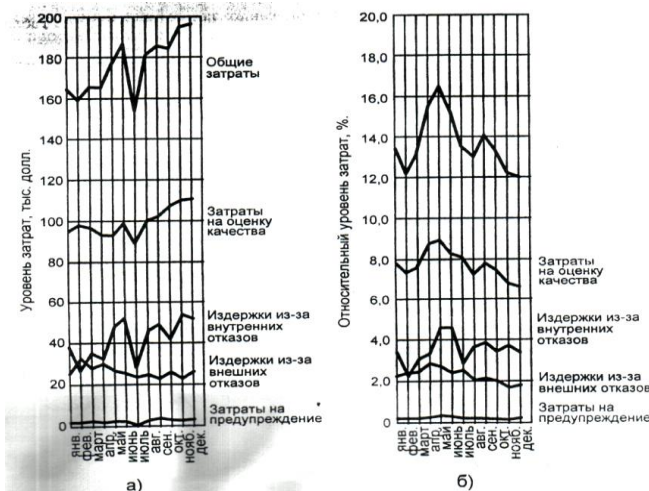


Рис. 12. Графики изменения затрат на качество:
а – действительные затраты, б – затраты на качество относительно затрат на отгрузку единицы продукции

2. Другим средством гласности результатов является показ информации на мониторе компьютера. Данные представляются на цветном графическом экране в форме графиков, выбираемых менеджером из меню (их можно при необходимости распечатать). В таком виде могут быть показаны данные затрат по всему предприятию, а при необходимости менеджер может детализировать отдельные категории затрат, тенденции их изменения и роль в общих затратах. В течение часа можно рассмотреть около 20 графиков из многих тысяч имеющихся комбинаций. Часто графики имеют временную фазу, так что все тенденции изменения данных можно проследить во времени. Пользователи могут выбирать месячные или суточные данные, абсолютные или относительные стоимостные показатели, удельные показатели на единицу продукции или времени. Могут также вычисляться обобщенные показатели, например отношение затрат на предупреждение к издержкам из-за внутренних отказов для изделия А, отнесенное к аналогичному параметру для изделия В.

3. Ежемесячные финансовые отчеты о затратах на качество в целом по организации и по ее подразделениям, которые представляют- ся в виде таблицы (табл. 13).

Таблица 13

Форма отчета о затратах на качество

Статья расходов	Сумма расходов	Относительная доля расходов, %
Превентивные затраты, З ₁ : – на управление качеством; – на техническое обеспечение качества; – на планирование качества; – на обучение персонала. Итого		
Затраты на инспекцию, З ₂ : – контроль; – испытания; – контроль поставщиков; – метрологический контроль; – стоимость материалов; – оплата аудита качества продукции. Итого		
Затраты, связанные с внутренним браком, З ₃₁ : – технологические потери и брак; – ремонт, переделка; – потеря поставщиков; – анализ отказов. Итого		
Затраты, связанные с внешним браком, З ₃₂ : – отказы по вине производства; – отказы по вине разработчиков; – отказы по вине продавцов; – выплаты по гарантиям; – анализ отказов. Итого		
Итого затрат на качество		

При этом общепринятой является следующая последовательность действий по совершенствованию программы затрат на качество:

- установление элементов затрат на обеспечение качества;
- определение затрат по всем элементам и их суммирование;
- установление относительных оценок для элементов затрат;
- выделение основных затрат.

4. Периодичность представления результатов. Здесь целесообразно применение регулярной системы отчетности о затратах. Отчеты высшему руководству могут представляться ежеквартально или ежемесячно, а руководителям среднего и низшего звена – еще чаще. Отче-

ты по проектам улучшения, как правило, предоставляются ежеквартально, т. к. изменения происходят медленно.

5. Распространение представляемых результатов. Все уровни управления получают квартальные отчеты о затратах, но не все получают одинаковые данные. Однако основные данные по качеству являются одинаковыми для всех отчетов. Представление проверенных и отсортированных сводок из общих источников данных требует четкой систематизации сведений и использования модульной концепции подготовки отчетов.

Анализ данных о затратах на качество помогает принять управленческие решения о последующих действиях:

- выбрать наиболее важные проекты по повышению качества;
- выявить наибольшие расходы по конкретной проблеме;
- определить конкретные виды затрат, подлежащих сокращению в первую очередь.

Ответственность за выполнение плана обычно лежит на отделе качества, а бухгалтерия отвечает за сбор исходных данных о затратах, их обработку и подготовку сводок и отчетов. Такой подход требует от сотрудников бухгалтерии большого опыта анализа данных и снижает накал споров о юрисдикции подразделений. Кроме того, в этом случае повышается доверие к количественным данным, т. к. высшее руководство ожидает от бухгалтерии реальных финансовых сообщений.

4.3. Экономический эффект затрат на качество

В настоящее время на большинстве российских предприятий уже осознали, что добиться серьезных экономических успехов на внутреннем и внешнем рынках в условиях жесткой конкуренции можно только путем постоянного улучшения качества выпускаемой продукции. Однако исследования специалистов и практика показывают, что некоторые предприятия, несмотря на интенсивную работу по качеству, не смогли добиться улучшения экономических показателей, таких как прибыль, рентабельность, снижение себестоимости продукции, повышение производительности труда, увеличение объема продаж.

Существует по крайней мере три причины, вследствие которых предприятие не может достичь высоких экономических результатов за счет качества.

Первая причина – это не всегда верные целевые установки руководителей предприятий. Принимая управленческие решения о проведении мероприятий по обеспечению качества, они ставят своей целью не создание эффективно функционирующей системы качества (СК), а лишь получение свидетельства, сертификата. Наличие такого доку-

мента дает предприятию серьезные конкурентные преимущества. На внутреннем рынке это дает возможность получения государственного заказа, который является иногда единственным средством обеспечения выживаемости, особенно оборонных предприятий. Внешний рынок для отечественных предприятий, не имеющих СК на базе стандартов ИСО 9000, практически закрыт. Поэтому администрацию предприятий в первую очередь интересуют сроки получения международного сертификата качества. А вопросы трудовых, материально-технических и финансовых ресурсов, необходимых для обеспечения экономически эффективной работы СК, отходят на второй план.

Второй причиной, препятствующей достижению высоких экономических результатов, является тот факт, что большинство предприятий, внедряющих СК, не ведет учета затрат на качество. Ведение такого отчета требует создания новых форм бухгалтерской отчетности, т. е. существующие формы позволяют вычленить только один элемент затрат на качество – потери от брака. Внедрение нового управленческого учета затрат на качество трудоемко и требует материальных затрат. Поэтому на первый план выступает соответствие документов обязательным требованиям стандартов ИСО, а проблема учета затрат на качество игнорируется.

Третья и, на наш взгляд, наиболее серьезная причина, препятствующая достижению экономического эффекта, заключается в отсутствии надежного метода количественной оценки экономической эффективности затрат на обеспечение качества. Ее существование обусловлено наличием первых двух. С одной стороны, не зная реальных объемов затрат всех видов ресурсов на качество, невозможно дать точную оценку эффективности его повышения. С другой – сложность заключается в том, что трудно – а в ряде случаев невозможно – выделить в стоимостной форме ту часть прибыли, которая получена за счет качества.

В условиях рынка очевидно, что конкурентоспособность организации зависит в первую очередь от качества его продукции и соизмеримости ее цены с предлагаемым качеством, т. е. от того, в какой степени продукция предприятия удовлетворяет запросы потребителя. Высокое качество продукции, отвечающее ожиданиям потребителя, соизмеряется современным потребителем со стоимостью (ценой) этой продукции. Обеспечение высокого качества при минимальной себестоимости продукции во многом зависит от умело организованного *управления затратами на качество*.

Модель *управления затратами на качество* представлена на рис. 13. Каждому уровню качества соответствует определенный объем

затрат на его обеспечение. Зависимости этих затрат от изменения уровня качества показывает кривая II. График изменения рыночной стоимости продукции в зависимости от уровня качества продукта, построенный в тех же координатах, имеет характер кривой I. «Ценность» продукта данного уровня качества для рынка характеризует стоимость, которая и определяет доходы компании от его реализации.

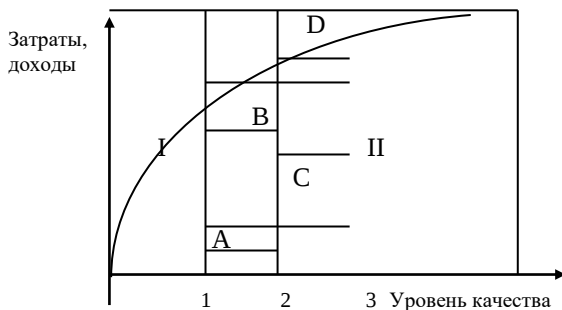


Рис. 13. Зависимость затрат и доходов от уровня качества

Рассмотрим рис. 13. Изменение уровня качества от точки 2 к точке 1 вызывает соответствующее уменьшение затрат на обеспечение качества на величину A, но приводит к снижению рыночной стоимости изделия на величину B, которая больше A. Изменение уровня качества от точки 2 к точке 3 вызывает увеличение расходов на обеспечение качества на величину C, которая значительно больше соответствующего увеличения рыночной стоимости, выражающегося величиной D. В обоих случаях организация не получает максимально возможной прибыли. Более того, из графика видно, что стремление к слишком высокому качеству продукта вызывает непомерное увеличение затрат, которые не могут быть оправданы, т. к. будут превосходить рыночную стоимость изделия данного уровня качества и компания будет терпеть убытки.

Осознание этого факта послужило толчком к политике оптимизации затрат на обеспечение качества продукции. Теоретическая схема оптимизации затрат в зависимости от уровня качества изготовления представлена на рис. 14.

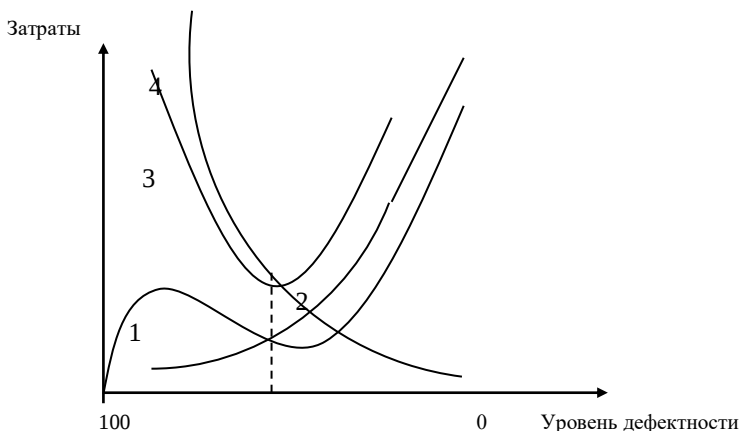


Рис. 14. Затраты на обеспечение качества: 1 – превентивные затраты, 2 – затраты на оценку качества, 3 – потери от брака, 4 – суммарные затраты

Эта модель построена на основе простых логических рассуждений. При отсутствии всякого контроля или при невысоком уровне контроля дефектные изделия составляют большой процент и потери от брака очень велики. Увеличение затрат на контроль качества приводит к снижению процента дефектов и потерь от брака. При полном отсутствии дефектов потери от брака равны нулю, но при этом затраты на контроль качества асимптотически приближаются к бесконечности. Улучшение качества изготовления достигается путем увеличения числа мероприятий, направленных на преодоление ситуаций, приводящих к появлению брака, что вызывает рост превентивных затрат, который первоначально сопровождается медленным снижением затрат на оценку качества в связи с ослаблением контроля. График суммарных затрат на обеспечение качества представляет собой результирующую кривую U-образной формы. Касательная к кривой суммарных затрат, проведенная параллельно оси абсцисс, показывает область минимальных затрат, а перпендикуляр, опущенный из точки касания, соответствует оптимальному уровню качества изготовления, который может быть обеспечен при минимальных затратах.

Вправо и влево от точки минимальных затрат существует некоторая «область безразличия», которая считается оптимальной с точки зрения величины затрат (рис. 15).

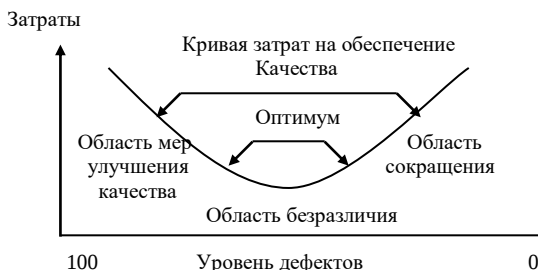


Рис. 15. Зоны управления затратами на качество

В этой области потери от брака составляют примерно 50 % от общих затрат на обеспечение качества, а превентивные затраты — около 10 %. Слева от «области безразличия» расположена «область мер улучшения качества», или «превентивных проектов». Она характеризуется объемом потерь от брака, превышающим 70 % от общих затрат, и размером превентивных затрат менее 10 %. Справа от «области безразличия» лежит «область сокращения». В этой области величина потерь от брака не превышает 40 %, а затраты на оценку качества составляют более половины общих затрат.

Дж. Джуран дает следующие рекомендации для принятия решений в зависимости от того, в какую область на графике попадает точка кривой, характеризующая в настоящий момент положение дел в организации (рис. 15). Если она попадает в левую область, то необходимо принимать решительные меры, искать пути «прорывов», вкладывать средства в «превентивные проекты». Для «области безразличия» стратегия двоякая: либо искать путь наиболее прибыльного вложения капитала в улучшение качества, либо (если этот путь не найден) ужесточать контроль. Для «области сокращения» стратегия сводится к следующему: необходимо проанализировать величину затрат на обнаружение дефектов, ослабить контроль, перейти на менее жесткие стандарты, искать пути усовершенствования продукции без увеличения затрат.

Однако процедура определения оптимума затрат на качество не позволяла видеть преимущества для производителя в виде, например, повышения прибыли за счет повышения ценности продукта для потребителя или повышения затрат на предупреждение брака за счет снижения затрат на контроль и инспекцию.

Развитие технологий в течение последних 20 лет привело к созданию производств, обеспечивающих минимальный разброс параметров качества за счет внедрения новых методов комплексного проекти-

рования продукта, подготовки производства и управления качеством. В результате оказалось возможным изготовить продукты без дефектов. Затраты производителя на инспекцию и превентивные меры становятся конечной величиной при абсолютном, 100 %-ном соответствии продукта техническим условиям.

Помимо этого, улучшение качества в результате роста технического прогресса и know-how обычно означает увеличение продаж, следовательно, более высокие доходы для производителя, что фактически сдвигает кривую общих затрат на качество вправо, в результате чего стоимость качества в пределе становится минимальной. Поэтому оптимальная точка затрат теряет свой практический смысл и не дает оперативной информации для управления процессом улучшения качества, т. к. она по мере улучшения работы компании продолжает постоянно сдвигаться вправо, одновременно опускаясь вниз, причем быстрее, чем обнаруживают ее местоположение.

Начиная с 70-х гг. XX в. условия для бизнеса стали изменяться. Конкуренция на рынке привела к тому, что сейчас потребитель с трудом ориентируется в обилии добротных и качественных товаров. Он переориентирован с оптимизации затрат на качество на повышение ценности продукции и услуг для удовлетворения нужд потребителя.

Принцип ценности затрат на повышение качества для потребителя напоминает о том, что ожидаемые производителем ценность и стоимость готового продукта могут не совпадать с ожиданиями потребителя. Производитель, как уже отмечалось, рассматривал до недавнего времени свои издержки на «некачество» как часть ценности, предлагаемой потребителю, которая, по мнению производителя, обеспечивает более низкий уровень дефектности продукции и представляет более высокую ценность продукта для потребителя. С точки же зрения потребителя, более низкий уровень дефектности означает и более низкие его (потребителя) затраты на ожидаемое им качество. Поэтому он не включает в них свои издержки на «некачество», поскольку отсутствие этих издержек является частью ожидаемой им ценности продукта.

Ни у кого в настоящее время не вызывает сомнений, что из всех рассмотренных составляющих стоимости качества затраты производителя на превентивные мероприятия, входящие в стоимость продукта как часть его стоимости от общей стоимости, будут возвращены производителю после реализации качественного продукта. В то же время все еще нет единого мнения по вопросу о возврате стоимости инспекции. Традиционно считается, что затраты на инспекцию являются также издержками производителя, хотя они и неизбежны. Вместе с этим

все согласны, что хорошо организованная система контроля ведет к минимизации выпуска некачественной продукции, поступающей на рынок, а это с учетом соответствующего роста имиджа компании как «качественной» ведет к улучшению ее показателей за счет расширения сектора рынка. Если это так, то затраты производителя на инспекцию частично или полностью возвращаются ему в конечном итоге от потребителя.

В этих условиях успех производителя зависит от скорости его адекватной реакции на запрос потребителя, обеспечивающей минимальные издержки производства высококачественной продукции, а следовательно, и минимальную ее цену для потребителя.

Влияние мероприятий, связанных с качеством, на увеличение выручки и на снижение издержек можно проследить с помощью так называемой *цепочки успеха предприятия в области управления качеством* (рис. 16). Рост выручки достигается благодаря лояльности клиента и его позитивной личной коммуникации с окружающими, способствующей увеличению объемов сбыта. Снижение издержек является результатом совершенствования производственного процесса и предупреждения ошибок.

Наличие сдерживающих факторов обуславливает существенное уменьшение вероятности того, что вся совокупность связей в приведенной на схеме цепочке будет носить явно выраженный линейный характер. Не каждое мероприятие в области качества обязательно вызывает рост удовлетворенности клиента пропорционально приложенным усилиям, что, в свою очередь, могло бы повысить его лояльность и обеспечивало бы увеличение выручки компании. Можно предположить, что мероприятия по повышению качества ведут лишь к небольшому приросту выручки или снижению издержек к конкретному моменту (или на определенном уровне активности). Отсюда можно сделать вывод о необходимости перспективной хозяйственной оценки капиталовложений в соответствующие мероприятия.

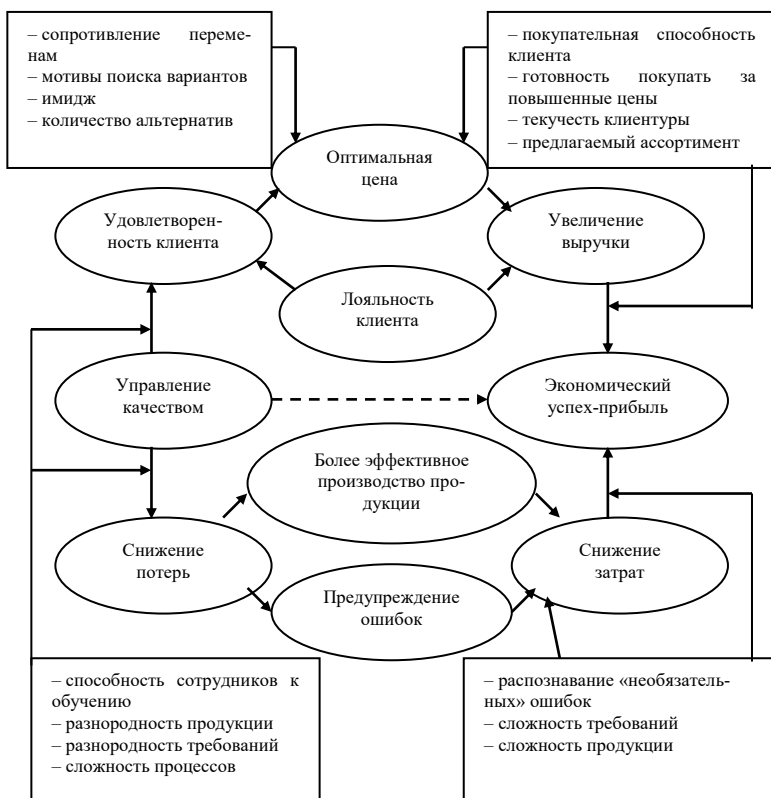


Рис. 16. Цепочка успеха в рамках управления качеством и примеры сдерживающих факторов

Выгоды от обеспечения качества служат мерой для оценки достижения целей, которые ставятся перед управлением качеством. В зависимости от целей выгода может быть внешней или внутренней.

Внутренняя выгода выражается в совершенствовании выпускаемых товаров и услуг и общем позитивном влиянии управления качеством, в первую очередь на уровень издержек производства. К ней относятся также улучшение производственного процесса (например, снижение простоев) и предупреждение ошибок (например, сокращение брака). Для определения внутренней выгоды необходим анализ издержек процесса. Она может быть оценена путем учета и сопоставления издержек процесса в двух временных точках, между которыми были

внедрены мероприятия по управлению качеством. Анализ ошибок позволяет оценить выгоду от их предупреждения. Для этого разработан специальный инструментарий (в частности, диаграммы Парето). Данные об издержках, причинами которых стали те или иные внутрифирменные ошибки, можно получить в отделе бухгалтерского учета

Внешняя выгода от управления качеством достигается в результате достижения целей, которые влияют на поведение клиента. Главной детерминантой является удовлетворенность клиента. Управляя удовлетворенностью, можно влиять (косвенно) на лояльность клиента и его личную коммуникацию с окружающими и тем самым добиваться увеличения выручки. Таким образом, внешняя выгода разделяется на две категории: выгоду от лояльности клиента и выгоду от его личной коммуникации.

Выгода от оптимальной цены, растущая с повышением его удовлетворенности, ведет к увеличению выручки. Последняя определяется физическим объемом сбыта и повышенной ценой на продукцию, которую готов платить потребитель, удовлетворенный новыми товарами и услугами. Удовлетворенность проявляется в повторных и более частых покупках, в решениях приобрести товары или услуги, которыми клиент раньше не пользовался, и т. п.

Выгода от лояльности клиента образуется в результате расширения личной позитивной связи удовлетворенных клиентов, которая проявляется в форме рекомендаций своим друзьям и знакомым покупать соответствующие товары и услуги. Одновременно сужается негативная устная коммуникация недовольных клиентов, отговаривающих своих близких от приобретения тех или иных товаров и услуг. Считается, что негативная устная коммуникация имеет большее значение, т. к. отрицательные эмоции чаще выплескиваются наружу, чем положительные (10:3).

При определении внешней выгоды следует оценивать не только фактические особенности поведения клиента, но и его намерения. В первом случае должна учитываться фактическая реакция потребителя, во втором – его возможная реакция, которая может повлиять на величину выгоды. Во многих случаях сложно получить подобную информацию по причине как правовой защиты данных, так и высоких расходов на их сбор. Для оценки намерений применяются опросы новых (фактических и потенциальных) потребителей, в ходе которых выясняются особенности их поведения, влияющие на получение выгоды.

Определение как внешней, так и внутренней выгоды от управления качеством связано с опасностью *двойного счета*. Во-первых, факторы успеха не следует относить исключительно на счет активно-

сти в области управления качеством. Если, например, наблюдаются случаи повторных закупок, то невозможно утверждать, что при отсутствии мероприятий по управлению качеством все клиенты обязательно ограничатся одноразовым использованием товара или услуги предприятия. Во-вторых, факторы успеха нельзя однозначно объяснить влиянием мероприятий и затрат в области управления качеством, т. к. для реализации этих факторов расходуются средства и в других сферах деятельности предприятия (прежде всего в производстве).

Анализ выгод является важнейшим элементом ориентированной на экономичность системы управления качеством, которая в будущем должна стать объектом постоянной оптимизации на базе накопленного опыта. Этот анализ предполагает *процессный учет эффектов от обеспечения качества*. Этот принцип рассматривается в соответствии с процессом определения цели нового продукта и процессом воплощения этой цели (исполнения). Цель должна намечаться исходя из определения эффекта от качества продукции для производителя и пользователя.

Важно, чтобы прибыль (доход) предприятия и ее часть, обусловленная повышением качества продукции, формировались на основе реализации продукции предприятия, общественного ее признания и удовлетворения конкретной потребности в данной продукции для конкретного потребителя.

При этом рассматриваются две позиции:

1) улучшение качества продукции ведет к увеличению дохода и прибыли при неизменной себестоимости за счет расширения сбыта и увеличения объема продаж;

2) увеличение прибыли возможно за счет снижения себестоимости при неизменном доходе.

Зависимость роста объема продаж и дохода от улучшения качества продукции можно, например, более подробно рассмотреть на пространственной схеме (рис. 17), где Q – объем продаж, $Ц$ – продажная цена и $КП$ – качество продукции. Для наглядности координата качества продукции повернута на 180 градусов по сравнению с обычным построением трехмерных координат. Значения цифры 1 соответствуют исходной продукции, характеризуемой на соответствующих осях координат определенными значениями качества, цены и объема продаж.

При улучшении качества мы получим значения качества, цены и объема продаж, обозначенные цифрой 2. Обычно совершенствование качества увеличивает объем затрат, цену и снижает объем продаж (при этом используется линия спроса, соответствующая лучшему качеству).

Цифра 2 соответствует случаю, когда при совершенствовании качества удалось удержать продажную цену на прежнем уровне (например, за счет снижения себестоимости). Мы видим при этом заметное увеличение объема продаж.

Наконец, если вести постоянную борьбу за снижение цены продукции при совершенствовании ее качества (кривая Б в координатах Ц-КП), то получим другой вариант значения качества, цены и объема продаж, обозначаемый цифрой 2 и приводящий к значительному увеличению объема продаж. Последний случай известен в терминологии о качестве как «всеобщее руководство качеством» – подход к руководству организацией, нацеленный на качество, основанный на участии всех ее членов и направленный на достижение долгосрочного успеха путем удовлетворения требований потребителя и выгоды для организации и общества.

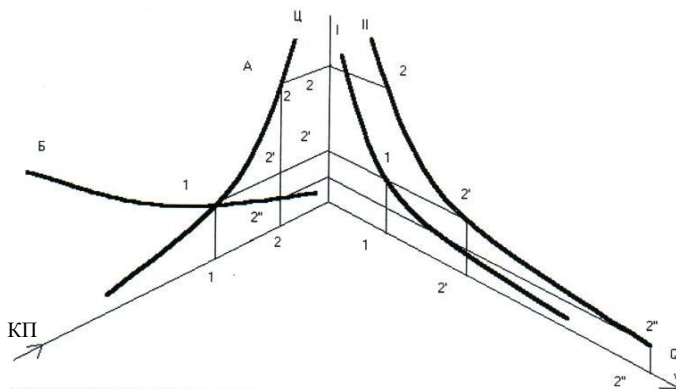


Рис. 17. Зависимость роста объема продаж и дохода от улучшения качества продукции

Как для организации, так и для потребителя важное значение имеет решение проблем, связанных с выгодами, затратами и рисками при насыщении рынка качественной продукцией. Для этого рекомендуется:

а) в вопросах, связанных с достижением экономического эффекта:

- в отношении потребителя: уделять внимание направлению по сокращению затрат, улучшению функциональной пригодности товаров, а значит, более полного удовлетворения потребностей и росту доверия;

- в отношении организации: уделять внимание повышению рентабельности и увеличению контролируемой доли рынка;

б) *в вопросах, связанных с затратами:*

- в отношении потребителя: уделять внимание проблеме затрат на обеспечение стоимости приобретения, безопасности, эксплуатации технического обслуживания, издержек вследствие простоя и ремонтных расходов, а также вероятных затрат на утилизацию;

- в отношении организации: уделять внимание издержкам вследствие неудовлетворительного уровня сбыта продукции и конструктивных недостатков, включая низкопробную продукцию, переделки, ремонт, замену, повторную обработку, уменьшение объема производства, гарантии и ремонт в условиях эксплуатации;

в) *в вопросах, связанных с рисками:*

- в отношении потребителя: уделять внимание таким рискам, которые связаны со здоровьем и безопасностью людей, неудовлетворенностью продукцией, эксплуатационной готовностью и потерей доверия;

- в отношении организации: уделять внимание рискам, связанным с дефектной продукцией, которые ведут к потере авторитета или репутации, потере рынка, претензиям, искам, юридической ответственности, растрачиванию человеческих и финансовых ресурсов.

Таким образом, эффект от повышения качества продукции может быть определен по формулам, представленным ниже.

Для производителя продукции:

$$\Pi_{\Pi} = \Pi_{\text{опт}} \cdot V - Z_{\Pi}, \quad (42)$$

где $\Pi_{\text{опт}}$ – оптовая цена продукции; V – количество (объем) реализованной продукции; Z_{Π} – затраты на производство продукции.

Для потребителя:

$$\Pi_{\text{Э}} = \Pi \cdot N - \Pi_n = \Pi \cdot N - (\Pi_{\text{нр}} + Z_{\text{Э}}), \quad (43)$$

здесь Π – цена (стоимость) единицы полезного эффекта от эксплуатации (использования) продукции; N – количество изготовленной продукции или выполненной работы; Π_n – цена потребления, равная сумме цены продажи (покупки) ($\Pi_{\text{нр}}$) и эксплуатационных затрат ($Z_{\text{Э}}$).

Суммарная прибыль, или суммарный экономический эффект, в денежном выражении равен

$$\Pi = \Pi_{\Pi} + \Pi_{\text{Э}}. \quad (44)$$

Экономическая эффективность повышения качества продукции определяется *приростом прибыли от выпуска и использования продукции высокого качества* по формуле

$$\Delta \Pi_1 = ((\Pi_1 - C_1) - (\Pi_0 - C_0)) * A_1, \quad (45)$$

где $\Delta\Pi_1$ – прирост прибыли на данный период, р.; Π_1 – оптовая цена единицы продукции повышенного качества на данный период, р.; C_1 – себестоимость производства единицы продукции повышенного качества на данный период, р.; Π_0 – оптовая цена единицы заменяемой продукции или уровня качества в предшествующий период, р.; C_0 – себестоимость производства единицы заменяемой продукции или уровня качества в предшествующий период, р.; A_1 – объем производства продукции повышенного качества в данный период, в натуральных единицах.

Прирост прибыли в результате изменения ассортимента и сортности продукции составит:

$$\Delta\Pi_a = \Sigma A_1\Pi_1 - \Sigma A_2\Pi_2 + \Sigma(A_1 - A_2)\Pi_3, \quad (46)$$

где $\Delta\Pi_a$ – прирост прибыли в результате изменения ассортимента и сортности продукции, р.; A_1 – годовой выпуск продукции новой номенклатуры, освоенной в производстве, в натуральном выражении; Π_1 – прибыль от реализации единицы продукции новой номенклатуры, р.; A_2 – годовой выпуск продукции, снятой с производства, в натуральном выражении; Π_2 – прибыль от реализации единицы продукции, снятой с производства; $(A_1 - A_2)$ – годовой выпуск продукции, объем производства которой увеличился за счет высвободившихся мощностей в результате снятия с производства другой продукции, в натуральном выражении; Π_3 – прибыль от реализации единицы дополнительно произведенной продукции, р.

Прирост прибыли за счет надбавки к цене единицы продукции повышенного качества составит:

$$\Delta\Pi_q = (\Pi_1 - \Pi_0) * A_1, \quad (47)$$

где $\Delta\Pi_q$ – прирост прибыли за счет надбавки к цене единицы продукции повышенного качества в данном периоде, р.; Π_1 – цена единицы продукции повышенного качества в данный период, р.; Π_0 – цена единицы заменяемой продукции или уровня качества в предшествующий период, р.

Общий годовой прирост прибыли предприятия за счет изменений качества его продукции составит:

$$\Delta\Pi = \Delta\Pi_a + \Delta\Pi_q + \Delta\Pi_b. \quad (48)$$

Кроме того, на предприятии исчисляются следующие показатели экономической эффективности повышения качества продукции:

- повышение производительности труда за счет улучшения используемой продукции;
- относительное высвобождение промышленно-производственного персонала за счет повышения качества используемой продукции;

– относительная экономия фонда заработной платы в результате применения в производстве продукции повышенного качества;

– относительная экономия материальных затрат за счет повышения качества используемой продукции.

Наряду с определением указанных показателей эффективности повышения качества продукции проводятся расчеты по снижению трудовых и материальных затрат на единицу потребительского эффекта, т. е. на единицу производительности, мощности и других показателей.

Например, одним из экономических источников более совершенного качества может быть *снижение затрат на управление*:

$$З = З_{1y} - З_{2y}, \quad (49)$$

где $З_{1y}$, $З_{2y}$ – затраты на управление до проведения работ по совершенствованию управления качеством и после.

К основным источникам получения позитивных результатов в сфере производства следует отнести:

- *снижение производственных затрат на исправление дефектов изготавливаемой продукции* (аналогично в сфере разработки и проектирования):

$$\mathcal{E} = \mathcal{Z}_1 - \mathcal{Z}_2, \quad (50)$$

где $\mathcal{Z}_1$, $\mathcal{Z}_2$ – затраты на устранение дефектов до внедрения системы и после;

- *уменьшение потерь от окончательного брака готовой продукции*:

$$\mathcal{E} = \frac{A \cdot B \cdot (\mathcal{C} - Y)}{100}, \quad (51)$$

где A – объем продукции, натуральные единицы измерения; B – уменьшение брака, %; $\mathcal{C}$ – цена единицы продукции, р.; Y – стоимость единицы продукции по цене утилизации, р.;

- *снижение стоимости контроля продукции*:

$$\mathcal{E} = C_1 - C_2; \quad (52)$$

- *снижение трудоемкости производственных процессов*:

$$\mathcal{E} = A \cdot (T_1 \cdot H_1 - T_2 \cdot H_2), \quad (53)$$

где T – норма времени на единицу производства продукции, ч.; H – часовая тарифная ставка, р.;

- *предотвращение поступления в производственный процесс недоброкачественного сырья и материалов*:

$$\mathcal{E} = A_{\text{бр}} \cdot \frac{A \cdot \mathcal{C} \cdot K}{A_{\text{пост}}}, \quad (54)$$

где $A_{\text{бр}}$ – объем забракованного сырья и материалов за расчетный период, р.; $A_{\text{пост}}$ – поступивший объем сырья и материалов за расчетный

период, p ; K – коэффициент, учитывающий потери на одно изделие при поступлении недоброкачественного сырья и материалов;

• *уменьшение затрат на устранение дефектов по рекламациям (претензиям) потребителей:*

$$\mathcal{E} = 3_1 - 3_2; \quad (55)$$

• *уменьшение суммы штрафов за поставку недоброкачественной продукции и выплат по рекламациям:*

$$\mathcal{E} = \Pi_1 - \Pi_2; \quad (56)$$

• *уменьшение расходов на гарантийное обслуживание и ремонт:*

$$\mathcal{E} = C_1 - C_2; \quad (57)$$

• *уменьшение ущерба за нарушение контрактов:*

$$\mathcal{E} = V_1 - V_2. \quad (58)$$

Экономия за счет сокращения потерь от брака можно определить по формуле

$$\mathcal{E}_{бр} = \frac{B_c - B_j}{100} - C_j, \quad (59)$$

где B_c – средний процент потерь от брака в год до внедрения системы управления качеством продукции; B_j – процент потерь от брака в j -м году после внедрения системы; C_j – себестоимость продукции, выпущенной в j -м году после внедрения системы, p .

Величина B_c берется как среднее значение за достаточно длительный период времени (не менее 4–5 лет).

Абсолютный размер потерь от брака определяется по формуле

$$\Pi_a = C_1 + C_2 - (C_3 + C_4), \quad (60)$$

где C_1 – себестоимость бракованной продукции; C_2 – затраты на устранение брака; C_3 – сумма, удержанная с виновников брака; C_4 – стоимость реализованной продукции с неисправимым браком.

Абсолютный размер брака (Ба) определяется по формуле

$$Ba = C_1 + C_2, \quad (61)$$

где C_1 – стоимость бракованной продукции; C_2 – затраты на устранение брака.

Относительный размер потерь от брака определяется по формуле

$$\Pi_o = \Pi_a : C, \quad (62)$$

где Π_a – абсолютный размер потерь от брака; C – себестоимость (стоимость) продукции.

Относительный размер брака определяется по формуле

$$Bo = Ba : C, \quad (63)$$

где Ba – абсолютный размер брака; C – себестоимость (стоимость) продукции.

Экономия от сокращения рекламаций рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E}_p = \left(\frac{\sum P_j}{\sum C_j} - \frac{P_j}{C_j} \right) \cdot C_j, \quad (64)$$

где $\sum P_j$ – суммарные потери от рекламаций за базовый период, р.; $\sum C_j$ – суммарная себестоимость продукции, выпущенной за базовый период, р.; P_j – потери от рекламаций в j -м году после внедрения системы, р.

Экономия от повышения уровня качества продукции можно рассчитать по формуле

$$\mathcal{E}_{п.у.к.} = C_j K_d \left(\frac{B_{cp} - B_j}{100} \right), \quad (65)$$

где K_d – коэффициент, характеризующий стоимость доработки забракованной продукции; B_{cp} – средняя величина возвратов продукции на доработку в год за базовый период, %; B_j – количество возвратов продукции на доработку в j -м году после внедрения системы управления качеством продукции, %.

Кроме этого, могут быть получены другие положительные результаты за счет мероприятий по улучшению качества.

По оценкам, все средства, направленные на улучшение качества, позволяют получить эффект в соотношении 1:3,5–20. Таким образом, затраты на обеспечение качества следует рассматривать как инвестиции. В табл. 14 приведен расчет эффективности инвестиций в качество.

Таблица 14

Пример расчета эффективности инвестиций в качество, тыс. руб.

Показатели	Периоды					
	0	1	2	3	4	5
Издержки внедрения	10000					
Текущие издержки		3000	3000	3000	3000	3000
Выгода		0	10500	10500	10500	10500
Прибыль	–10000	–3000	7500	7500	7500	7500
Прибыль (дисконтированная)	–10000	–2875	6803	6479	6170	5876
Стоимость (ценность) качества (кумулятивная)	–10000	–12857	–6054	425	6595	12471

Издержки управления качеством (дисконтированные, кумулятивные)	10000	12857	15578	18170	20638	22988
Норма прибыли по качеству, %	–100	–100	–39	2	32	54

Из табл. 10 следует, что усилия в области качества не всегда определяют экономический успех. В конкурентной среде тратить следует на то, что принесет реальную выгоду. Предсказать итоги (прибыльность) всевозможных мероприятий по управлению качеством можно благодаря оценке будущих либо существующих (с проецированием на последующую деятельность) выгод. При этом подходе особое значение имеет тот факт, что вся политика качества проходит оценку по критерию эффективности (реальной отдаче от инвестирования). Окупаемость затрат на мероприятия по управлению качеством зависит также и от того, как обеспечить клиенту максимальную выгоду благодаря мероприятиям в рамках повышения качества, что служит мерой для оценки достижения целей, которые ставятся конкретно перед управлением качеством.

В 2009 г. введен национальный стандарт ГОСТ Р ИСО 10014-2008 «Менеджмент организации. Руководящие указания по достижению экономического эффекта в системе менеджмента качества», который идентичен международному стандарту ИСО 10014:2006 «Менеджмент качества. Руководящие указания по достижению финансового и экономического эффекта» (ISO 10014:2006 “Quality management – Guidelines for realizing financial and economic benefits”). Цель данного стандарта – формализация подходов менеджмента для достижения экономического эффекта в контексте применения 8 принципов менеджмента качества и выбора методов и инструментов для обеспечения успешной деятельности организации. Ожидаемые показатели по каждому принципу менеджмента можно представить в следующем виде:

1. Ориентация на потребителя:

- рост доходов (выручки);
- повышение конкурентоспособности;
- удерживание или лояльность потребителя;
- расширение рынка и улучшение логистических цепочек;
- повышение устойчивости организации.

2. Лидерство руководителя:

- повышение уровня исполнения стратегических и бюджетных показателей;

- рост эффективности управленческих решений и исполнительской дисциплины;
- оптимизация использования ресурсного и интеллектуального потенциала;
- укрепление конкурентных преимуществ;
- снижение себестоимости процессов и продукции;
- повышение технологической и финансовой устойчивости предприятия.

3. Вовлечение работников:

- повышение ответственности работников;
- снижение себестоимости;
- повышение надежности и устойчивости организации.

4. Процессный подход:

- снижение стоимости и рост конкурентоспособности;
- оптимизация использования ресурсов и повышение ответственности работников;
- сокращение срока выхода на рынок;
- расширение деятельности, повышение надежности и устойчивости организации.

5. Системный подход:

- оптимизация использования ресурсов;
- сокращение срока выхода на рынок;
- расширение устойчивости и надежности организации;
- оптимизация процессов различных уровней, повышение их результативности и эффективности.

6. Постоянное улучшение:

- рост доходности, выручки и уровня исполнения бюджетных показателей;
- повышение эффективности инвестированного капитала и сокращение затрат.

7. Принятие решений, основанное на фактах:

- ускорение оборачиваемости активов;
- повышение доходности от инвестированного капитала;
- оптимизация процессов по всем функциональным направлениям деятельности и эффективность использования ресурсной базы;
- расширение деятельности, повышение надежности и устойчивости организации.

8. Взаимовыгодные отношения с поставщиками:

- снижение затрат;
- оптимизация использования ресурсов;

- рост результативности и эффективности процессов различных уровней агрегации;
- расширение деятельности, повышение надежности и устойчивости организации.

Контрольные вопросы

1. В чем сущность затрат на обеспечение качества продукции?
2. Каковы основные методы оценки затрат на качество?
3. Как соотносятся между собой хозяйственные результаты предприятия и уровень качества продукции?
4. В чем различие между эффектом улучшения качества продукции у производителя и потребителя?
5. Какова зависимость объема продаж и дохода от улучшения качества?
6. Как определяется прирост прибыли от улучшения качества?
7. Каков экономический эффект от улучшения качества?
8. Какова классификация затрат на качество продукции?
9. Что включают затраты на соответствие?
10. Как определяются затраты на несоответствие?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Квалиметрическая оценка качеств есть только основа процесса управления качеством объектов. Без измерения уровня качества нет возможности произвести: 1) оптимизацию показателей свойств и качества в целом, 2) прогнозирование качества продукции, 3) определение уровня и запаса конкурентоспособности организации.

Авторы не ставили целью подробное описание технологии оценки качества, это скорее задача учебных курсов, предназначенных для технических вузов. В пособии дано общее представление о содержании и методах квалиметрии. Особое внимание уделено формированию понятия качества и расчету показателей качества, экономической оценке качества в организациях.

Квалиметрия как теоретическая база оценки качества предполагает определение понятия качества и изложение сущности системы показателей качества. В работе показано, что оценка уровня качества проводится поэтапно: от контроля отдельных показателей качества до интегрального оценивания качества. Отдельно рассматриваются методы оценки показателей и уровня качества продукции.

Для организации эффективной работы по оцениванию качества продукции на предприятии необходимо создать систему учета затрат на качество, наладить ее четкое функционирование и постоянно совершенствовать. Важнейшее значение имеет расчет экономического эффекта деятельности по улучшению качества выпускаемой продукции как у производителей, так и у потребителей.

В России особое внимание проблеме качества уделяют лишь крупнейшие компании (с объемом продаж свыше 10 млн долл.). Более мелкие компании лишь в 64 % ответов отмечают главенствующую роль качества в стимулировании роста, что еще раз подчеркивает важность изучения этой проблемы сегодня.

Оценка качества – процесс достаточно сложный и постоянно совершенствующийся. Накопление опыта в этой сфере деятельности требует творческой напряженной работы каждого участника процесса установления, обеспечения и поддержания качества.

В связи с этим изучение основ квалиметрии представляется необходимым и полезным для широкого круга специалистов, принимающих решения по управлению качеством.

Список использованной литературы

Адлер Ю.П., Щенетова С.Е. Система экономики качества. М.: РИА «Стандарты и качество», 2009. 302 с.

Азгальдов Г.Г. Практическая квалиметрия в системе качества: ошибки и заблуждения. URL: http://www.labrate.ru/azgaldov/azgaldov_article_2001-1_stq_mmq.htm (дата обращения: 14.08.2019).

Владимирова Т.М. Основы экономики качества: учеб. пособие. Архангельск: САФУ, 2016. 147 с.

ГОСТ Р ИСО 10014—2008. Менеджмент организации. Руководящие указания по достижению экономического эффекта в системе менеджмента качества М.: Стандартинформ, 2009. 31 с.

Елохов А.М. Управление качеством: учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ИНФРА-М, 2018. 334 с.

Канне М.М., Иванов Б.В., Корешков В.Н., Схиртладзе А.Г. Системы, методы и инструменты менеджмента качества: учеб. пособие. СПб.: Питер, 2012. 432 с.

Квалиметрия: методы количественного оценивания качества различных объектов (курс лекций и практических занятий): учеб. пособие / под общ. и науч. ред. д-ра экон. наук, проф. Г.В. Астратовой. Сургут, 2014. 160 с.

Квалиметрия: учеб. пособие. Владимир, 2017. 135 с.

Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р ИСО 9000: 2015. Система менеджмента качества. Основные положения и словарь. М.: Стандартинформ, 2015. 55 с.

Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р ИСО 9001: 2015. Система менеджмента качества. Требования. М.: Стандартинформ, 2015. 24 с.

Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р ИСО 52380.1-2005. Руководство по экономике качества. Ч. 1. Модель затрат на процесс. М.: Стандартинформ, 2019. 19 с.

Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р ИСО 52380.2-2005. Руководство по экономике качества. Ч. 2. Модель предложения, оценки и отказов. М.: Стандартинформ, 2019. 12 с.

Огвоздин В.Ю. Управление качеством: основы теории и практики: учеб. пособие. 7-е изд., перераб. и доп. М.: Дело и Сервис, 2016. 271 с.

Папельнюк О.В., Нежникова Е.В. Экономика качества: учебник. М.: Изд-во «Дашков и Ко», 2018. 216 с.

Розанова С.К., Истомина А.С. Затраты на качество: состав и классификация в современных условиях хозяйствования // Теория и

практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии. № 3 (25). 2015. С. 33–37.

Рожков Н.Н. Квалиметрия и управление качеством. Математические методы и модели: учебник и практикум для академического бакалавриата. М.: Юрайт, 2018. 168 с.

Самогородская М.И. Классификация затрат на качество: сравнительный анализ основных подходов. URL:// <http://www.organizator.vorstu.ru/2009/4-42.pdf> (дата обращения: 05.04.2019).

Скрипко Л.Е. Экономика качества: внедрять нельзя отказаться! Где ставить запятую? // Методы менеджмента качества. 2016. № 12. С. 10–15.

Субетто А.И. Квалиметрия: малая энциклопедия. Вып. 1. СПб., 2015. 244 с.

Тавер Е.И. Сколько стоит качество // Методы менеджмента качества. 2017. № 2. С. 14–19. № 3. С. 18–22.

Управление затратами на качество продукции: отечественный и зарубежный опыт: монография / под науч. ред. д-ра экон. наук, проф. Б.И. Герасимова. Тамбов, 2016. 108 с.

Федеральный закон «О техническом регулировании» № 184-ФЗ от 27.12.2002 (ред. от 29.07.2017). URL: // <http://ipip.ru/zakon-o-tehregulirovanii> (дата обращения: 05.09.2019).

Федюкин В.К. Измерение качества промышленной продукции: учеб. пособие. М.: КНОРУС, 2015. 316 с.

Шишкин И.Ф. Эволюция квалиметрии // Экономика качества. 2016. № 1(13). С. 16–24.

Экономические аспекты в системах менеджмента качества: результативность и эффективность. URL://www.quality.eur.ru (дата обращения: 25.08.2019).

Учебное издание

Елохов Александр Михайлович
Арбузова Татьяна Александровна

Управление качеством.
Часть 1. Основы квалиметрии

Учебное пособие

Редактор *В. А. Филимонова*
Корректор *А. В. Смирнова*
Техническая подготовка материалов: *О. К. Кардакова*

Объем данных 1,65 Мб
Подписано к использованию 04.06.2020

Размещено в открытом доступе
на сайте www.psu.ru
в разделе НАУКА / Электронные публикации
и в электронной мультимедийной библиотеке ELiS

Издательский центр
Пермского государственного
национального исследовательского университета
614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15