

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пензенский государственный
университет архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов

**ОЦЕНКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ
ПРОДУКЦИИ И ПРЕДПРИЯТИЙ**

Рекомендовано Редсоветом университета
в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся
по направлению 27.04.01 «Стандартизация и метрология»
(уровень магистратура)

Пенза 2015

УДК [005.336.3+339.137]:334.7 (075.8)

ББК 65.290я73

М15

Рецензенты: кандидат технических наук, доцент, зам. директора по качеству ООО «Строительные материалы В.Ю. Нестеров;
кандидат технических наук, доцент С.Н. Кислицына (ПГУАС)

Макарова Л.В.

М15 Оценка конкурентоспособности продукции и предприятий: учеб. пособие / Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 168 с.

Рассмотрена процедура оценки качества и конкурентоспособности продукции и предприятий. Приведены сведения о современных инструментах анализа, обеспечения и управления качеством продукции. Даны примеры решения типовых задач. Пособие содержит материалы, предназначенные для фонда оценочных средств.

Учебное пособие подготовлено на кафедре «Управление качеством и технология строительного производства» и предназначено для использования студентами, обучающимися по направлению подготовки 27.04.01 «Стандартизация и метрология» (уровень магистратура) при изучении дисциплины «Оценка конкурентоспособности продукции и предприятий». Оно также может быть полезным инженерно-техническим работникам, применяющим методы оценки качества и конкурентоспособности продукции и предприятия.

© Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2015

© Макарова Л.В., Тарасов Р.В., 2015

ПРЕДИСЛОВИЕ

Качество обеспечивает конкурентоспособность товара и является важным инструментом в борьбе за рынки сбыта. Оно складывается из технического уровня продукции и полезности товара для потребителя, определяемых функциональными, социальными, эстетическими, эргономическими, экологическими свойствами. При этом конкурентоспособность определяется совокупностью качественных и стоимостных особенностей товара, которые могут удовлетворять потребности потребителя. Таким образом, важной целью научно-технического прогресса является ускорение производства высококачественной продукции в необходимом количестве и с наименьшими затратами материальных, трудовых и финансовых ресурсов.

Прямое воздействие на качество изделий осуществляют по результатам оценки уровня качества и его различных показателей. В связи с этим изучение методов оценки и управления качеством продукции представляется необходимым для широкого круга специалистов.

Учебное пособие, посвященное вопросам оценки качества и конкурентоспособности продукции и предприятия, состоит из введения, трёх разделов, заключения, библиографического списка.

В первом разделе представлены основные понятия конкурентоспособности продукции и предприятий.

Во втором разделе приведены основные группы показателей качества готовой продукции и услуг, а также методы определения их абсолютных значений. Рассмотрены методы оценки коэффициентов весомости свойств объектов и изложены основные этапы процедуры оценки уровня качества продукции.

Третий раздел содержит сведения об инструментах качества, используемых для проектирования качества, анализа, контроля, управления качеством продукции и направленных на повышение конкурентоспособности выпускаемой продукции.

Данное учебное пособие позволит овладеть следующими компетенциями:

– умением пользоваться методами математического моделирования процессов, оборудования и производственных объектов с помощью современных информационных технологий проведения исследований; разрабатывать методики и технологии проведения экспериментов и испытаний, обрабатывать и анализировать результаты, принимать решения, связанные с обеспечением качества продукции, процессов и услуг (ПК-21);

– готовностью к сбору, обработке, анализу, систематизации и обобщению научно-технической информации, отечественного и зарубежного

опыта по направлению исследований, выбору рациональных методов и средств при решении практических задач; к разработке рабочих планов и программ проведения научных исследований и перспективных технических решений, подготовке отдельных заданий для исполнителей; к подготовке научно-технических отчетов, обзоров и публикаций по результатам выполненных исследований (ПК-22);

– способностью к исследованию обобщенных вариантов решения проблем, анализу этих вариантов, прогнозированию последствий, нахождению компромиссных решений в условиях многокритериальности, неопределенности создания стандартов и обеспечения единства измерений (ПК-24).

Авторы надеются, что данное учебное пособие будет полезно также инженерно-техническим работникам, занимающимся вопросами контроля, управления и обеспечения качества продукции.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях постоянно развивающейся экономики непрерывно происходит разработка все новых технологий и их внедрение как в процессы производства, так и в процессы управления, это ведет к ускорению насыщения спроса, а следовательно, и к усилению конкуренции.

Успешность предприятия на рынке зависит от способности предложить товары и услуги, в большей мере соответствующие интересам и нуждам потребителей. Поэтому очень важно уделять особое внимание такому аспекту, как конкурентоспособность, находиться в поиске новых инструментов и рычагов, способных повысить уровень конкурентоспособности. Существует большое количество инструментов повышения конкурентоспособности, учитывающих все аспекты деятельности и развития предприятия.

Актуальность решения проблем повышения конкурентоспособности продукции и предприятий заключается в том, что для стабильного развития организаций необходимо постоянно анализировать свое положение на рынке и принимать решения о проведении мероприятий по повышению конкурентоспособности.

Основным условием выхода предприятия на рынок с конкурентоспособной продукцией (услугой) является ее качество. Потребители, выбирая продукцию, в основном ориентируются на имидж предприятия-производителя.

Авторы учебного пособия, в котором рассмотрены методы оценки качества и конкурентоспособности продукции и предприятий, представлены примеры использования эффективных инструментов качества, сочли необходимым оказать помощь специалистам промышленных предприятий, занимающимся вопросами управления качеством и повышения конкурентоспособности продукции и предприятий.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОДУКЦИИ И ПРЕДПРИЯТИЯ

1.1. Сущность и основные понятия конкурентоспособности продукции и предприятия

Развитие рыночных отношений неразрывно связано с борьбой товаропроизводителей за более выгодные условия производства и сбыта товаров с целью получения максимальной прибыли. Подобное столкновение интересов получило название конкуренции [1].

Конкуренция – один из факторов, стимулирующих повышение эффективности экономики. В современных условиях требуется глубокое научное осмысление категории конкурентоспособности, существующих методов и инструментов управления. Однако методология изучения конкурентоспособности окончательно не сложилась, что делает необходимыми обоснование конкурентоспособности как интегрированной экономической категории и определение специфических подходов к формированию конкурентоспособности различных объектов и инструментов, позволяющих реализовать задуманное на практике.

Термин «конкурентоспособность» применяется как по отношению к характеристике товара, так и в сравнительных характеристиках отдельных компаний, отраслей и стран на мировом рынке [2, 3].

В теории и практике бизнеса еще не сформировано единое понятие конкурентоспособности и методов оценки уровня конкурентоспособности производителя. Разнообразие трактовок объясняется различным определением конкурентоспособности производителей на рынках различного масштаба (национальном, региональном, мировом), а также тем, какой субъект рассматривается производителем – фирма, отдельное предприятие, отрасль или экономика в целом. Конкурентоспособность предприятия – «его способность противостоять на рынке другим изготовителям и поставщикам аналогичной продукции (конкурентам) как по степени удовлетворения своими товарами или услугами конкретной общественной потребности, так и по эффективности производственной деятельности» [4].

Таким образом, конкурентоспособность предприятия – понятие относительное, четко привязанное к конкретному рынку и времени продажи: одна и та же фирма в рамках, например, региональной отраслевой группы может быть признана конкурентоспособной, а в рамках отраслей мирового рынка или его сегмента – нет. Оценка степени конкурентоспособности, т.е. выявление характера конкурентного преимущества фирмы по сравнению с другими фирмами, заключается в первую очередь в выборе базовых

объектов для сравнения, иными словами, в выборе фирмы-лидера в отрасли страны или за ее пределами [5].

Конкурентоспособность предприятия определяется следующими факторами [6]:

- качеством продукции и услуг;
- наличием эффективной стратегии маркетинга и сбыта;
- уровнем квалификации персонала и менеджмента;
- технологическим уровнем производства;
- налоговой средой, в которой действует предприятие;
- доступностью источников финансирования.

С точки зрения результативности деятельности организаций-конкурентов на рынке и завоевания ими там сильных позиций можно выделить следующие основные факторы:

1. Имидж фирмы.
2. Концепция продукта, на которой базируется деятельность фирмы.
3. Качество продуктов, уровень их соответствия мировому уровню (обычно определяется путем опросов, сравнительных тестов или расчетов).
4. Уровень диверсификации производственно-хозяйственной деятельности (видов бизнеса), разнообразие номенклатуры продуктов.
5. Суммарная рыночная доля главных видов бизнеса.
6. Мощность научно-исследовательской и конструкторской базы, характеризующей возможности по разработке новых продуктов (размер бюджета НИОКР, число сотрудников, оснащенность предметами и средствами труда, эффективность НИОКР).
7. Мощность производственной базы, характеризующей возможности перестраиваться на выпуск новых продуктов и наращивать объемы выпуска освоенных продуктов (число занятых, оснащенность основными фондами, их уровень и эффективность использования, структура издержек, в том числе использование фактора экономии в зависимости от объема и освоенности выпуска).
8. Стабильность финансово-экономического положения.
9. Финансы, как собственные, так и привлекаемые со стороны.
10. Рыночная цена с учетом возможных скидок или наценок.
11. Частота и глубина проводимых маркетинговых исследований, их бюджет.
12. Предпродажная подготовка, которая свидетельствует о способности организаций привлекать и удерживать потребителей за счет более глубокого удовлетворения их потребностей.
13. Эффективность сбыта с точки зрения используемых каналов товародвижения.
14. Уровень стимулирования сбыта (работников сбытовых служб предприятия, торговых организаций и потребителей).

15. Уровень рекламной деятельности.

16. Уровень послепродажного обслуживания.

17. Политика организаций во внешней предпринимательской среде, характеризующая способность организаций управлять в позитивном плане своими отношениями с государственными и местными властями, общественными организациями, прессой, населением и т.п.

Данное обстоятельство – еще один неоспоримый аргумент в пользу необходимости проведения количественной оценки уровня конкурентоспособности.

Предприятия добиваются конкурентных преимуществ по качеству путем системного управления качеством продукции, которое основывается на маркетинговых исследованиях.

Функционирование предприятия невозможно без учёта деятельности конкурентов, которые, в свою очередь, являются звеньями одной цепи – экономики.

Сравнительный анализ конкурентоспособности предприятий необходим, как правило, в следующих случаях: при осуществлении проектов финансирования отрасли или предприятий специальными организациями; при анализе конкурентного положения предприятия работниками планово-экономических служб или приглашенными консультантами; при проведении предприятием специального маркетингового исследования рынка с целью улучшения собственной сбытовой политики или определения стратегий своего развития [7]. При этом следует учитывать, что в зависимости от того, под каким углом зрения проводится анализ конкурентоспособности, количество факторов, участвующих в нем, и их значения могут сильно варьироваться [8].

Оценка конкурентоспособности предприятия позволяет решить следующие важные задачи: определить свое положение на определенном рынке; разработать стратегические и тактические мероприятия эффективного управления; выбрать партнеров для организации совместного выпуска продукции; привлечь средства в перспективное производство; составить программы выхода предприятия на новые рынки сбыта. Однако это возможно только при наличии объективных методик оценки уровня конкурентоспособности предприятия и эффективных организационно-экономических мероприятий по управлению конкурентоспособностью с целью ее повышения.

Развитие предприятия в условиях конкурентной борьбы – неперенный фактор, определяющий само право на существование той или иной организации. Сама конкурентная борьба позволяет вычлнить из множества организаций лидеров, способных производить по-настоящему качественные и актуальные для современной жизни товары и услуги, которые будут востребованы населением. Именно поэтому так важно изучать

конкурентов и, исходя из этого, принимать обоснованные решения в пользу повышения конкурентоспособности отдельно взятой организации [9].

Изучение потребителей и конкурентов, а также условий конкуренции позволяет предприятию определить его преимущества и недостатки перед конкурентами, выработать успешные конкурентные стратегии и поддерживать конкурентные преимущества. Предприятие должно знать, в какой степени оно конкурентоспособно по отношению к другим субъектам данного рынка, так как высокая степень конкурентоспособности является гарантом получения высоких экономических показателей в рыночных условиях, и имеет стратегической целью достижение такого ее уровня, который помог бы ему выживать в условиях жесткой конкурентной борьбы. В настоящее время проблема конкурентоспособности как никогда актуальна для национальной экономики и для ее хозяйствующих первичных образований – предприятий. В первую очередь это диктуется требованиями экономической безопасности самих предприятий и страны в целом, для поддержания которой на должном уровне необходима их высокая конкурентоспособность [7].

В реальности конкуренция имеет более сложную основу. Каждому типу хозяйственных единиц присущи свои особенности: у ведущих мощных монополий – это сила, у мелких фирм – гибкость, у специализированных компаний – приспособленность к особым сегментам и «нишам» рынка, у фирм-новаторов – преимущества первооткрывателей [10].

Качество продукции является одним из важных показателей деятельности предприятия. Для отечественных предприятий подход к системе качества определяется наличием двух факторов, заключенных в постоянном росте требований заказчиков к качеству продукции и крайне медленном переоснащении предприятий современной техникой. Проблема обеспечения оптимального уровня качества – одна из форм конкурентной борьбы, завоевания и удержания позиций на рынке. От высокого уровня качества зависят повышение спроса на продукцию и увеличение суммы прибыли не только за счет объема продаж, но и за счет более высоких цен.

По мнению маркетологов [11], конкурентоспособность товара – это его преимущество на рынке, которая обеспечивает успешный сбыт в условиях конкуренции.

Бухалков М.И. в [12] дает определение конкурентоспособности как комплекса потребительских и стоимостных (ценовых) характеристик товара, определяющих его успех на рынке, то есть преимущество именно этого товара над другими в условиях широкого предложения конкурирующих товаров-аналогов.

По Багиеву Г.Л., конкурентоспособность товара – совокупность потребительских свойств товара, определяющая его отличие от других анало-

гичных товаров по степени и уровню удовлетворения потребности покупателя и затратам на его приобретение и эксплуатацию [10].

Гурков И.Б. определил конкурентоспособность товара как способность продукции быть более привлекательной для потребителя (покупателя) по сравнению с другими изделиями аналогичного вида и назначения благодаря лучшему соответствию своих качественных и стоимостных характеристик требованиям данного рынка и потребительским оценкам [13].

Конкурентоспособный товар должен удовлетворять запросы покупателя (потенциального потребителя) на высшем уровне, в большей степени соответствовать его предпочтениям, чем товары конкурентов или предыдущие варианты предложения этого предприятия. Степень удовлетворения запросов покупателей зависит от ряда факторов, которые и являются факторами конкурентоспособности:

- технические факторы (прочность, скорость, эстетические характеристики, безопасность, функциональность и др.);
- технико-экономические факторы (надежность, материалоемкость, энергоемкость, удобство монтажа и т.д.);
- организационно-коммерческие факторы (цена, условия платежа, сроки поставки, базисные условия контракта, эффективность маркетинга и рекламы, уровень предпродажного и послепродажного сервиса, сертификация товара и т. д.);
- деловая репутация производителя (поставщика) и характер межличностных отношений партнеров (покупателя и продавца).

Конкурентоспособность товара характеризуется параметрами качества и цены потребления.

Цена потребления – сумма продажной цены и всех расходов покупателя (пользователя), имеющих место в течение срока эксплуатации (использования) товара.

Качество товара – это совокупность свойств и характеристик продукции, которые придают ей способность удовлетворять определенные потребности покупателей в процессе использования, потребления товаров.

Основными целями анализа конкурентоспособности продукции являются:

- изучение платежеспособного спроса на продукцию, рынков ее сбыта и обоснование плана производства и реализации продукции соответствующего объема и ассортимента;
- анализ факторов, формирующих эластичность спроса на продукцию, и оценка степени риска невостребованной продукции;
- оценка конкурентоспособности продукции и изыскание резервов повышения ее уровня;
- оценка эффективности производства и сбыта продукции.

Также можно выделить и основные задачи анализа конкурентоспособности продукции – оценка и прогнозирование конкурентоспособности продукции; изучение факторов, воздействующих на уровень конкурентоспособности и разработку мер по обеспечению необходимого уровня конкурентоспособности продукции.

Следует отметить, что конкурентоспособность определяется только теми свойствами, которые представляют интерес для конкретного потребителя; поэтому все параметры изделия, выходящие за рамки этих свойств, не должны рассматриваться при оценке конкурентоспособности, как не имеющие к ней отношения [14].

1.2. Анализ конкурентоспособности отечественных предприятий

Россия – часть мировой экономики, и наиважнейшей целью правительства России является создание конкурентоспособной экономики, которая будет способна обеспечить лидерство страны на международном рынке.

Если рассматривать нашу страну в рейтингах международной конкурентоспособности, то её можно отнести к группе развивающихся стран. Россия характеризуется повышенной политической и экономической нестабильностью, неблагоприятным инвестиционным климатом, а также чрезвычайно высокими рисками хозяйственной деятельности [15].

Сегодня наша страна занимает весьма низкие места в международных рейтингах глобальной конкурентоспособности. Имеются в виду прежде всего два наиболее известных рейтинга: рейтинг конкурентоспособности IMD (Международного института развития менеджмента, г. Лозанна, Швейцария) и Индекс глобальной конкурентоспособности WEF (Всемирного экономического форума). В Индексе глобальной конкурентоспособности WEF за 2014 г., включающем 148 стран, Россия заняла 67-е место [16].

В большинстве случаев отечественная продукция оказывается неконкурентоспособной вследствие отсутствия сертификатов соответствия или же использования таких систем оценки качества товаров, которые не отвечают общепринятым в мире. Как показывает мировая рыночная практика, отсутствие сертификата ведет либо к существенному снижению цены на продукцию, либо вообще к отказу от контракта. Более того, отсутствие сертификата на соответствие системы качества требованиям Международной организации по стандартизации исключает участие предприятия в тендерах на получение выгодных заказов от иностранных партнеров. Таким образом, низкое качество продукции – одна из ключевых и нерешенных проблем, формирующая, соответственно, невысокий уровень конкурентоспособности предприятий и страны. И в то же время наблюдается наплыв на российский рынок импортных товаров, вытесняющих отечественную

продукцию. За 90-е годы их доля увеличилась с 18,5 до 53,2 % [17], что объясняется прежде всего низкой конкурентоспособностью отечественного товаропроизводителя, которая является и интегральным показателем экономического могущества государства и условием его полноценного входа в мировую рыночную экономику. Благоприятные условия в экономике страны создаются исключительно за счет высокой конкурентоспособности первичного участка производственной сферы – предприятия.

Каким бы пессимистичным на первый взгляд ни казался уровень конкурентоспособности отечественной продукции, на сегодняшний день в России имеются целые сферы производства, готовые на равных конкурировать на рынках развивающихся стран, а в ряде случаев и с продукцией мировых производителей.

Нахождение своего места в международном разделении труда, закрепление на определенных рынках – основа стабилизации ситуации в России и последующего стабильного экономического роста. Очевидно, что в этих условиях нужны совместные усилия государства и товаропроизводителей, направленные на обеспечение конкурентоспособности отечественной экономической системы. И не случайно, что в таких странах, как США, Канада, Южная Корея и др., всегда работавших по законам мировой конкуренции, созданы национальные центры повышения конкурентоспособности, основная задача которых заключается в обеспечении ее роста на основе: формирования промышленной политики, направленной на стимулирование перспективных производств и точечную поддержку предприятий, испытывающих временные трудности; создания условий для внедрения достижений науки и техники; продвижения инноваций [18].

К настоящему времени в России не приняты на государственном уровне широкомасштабные программы, направленные на повышение и поддержку конкурентоспособности предприятий, а имеющиеся позитивные меры можно считать единичными. В стране хоть и созданы государственные организационные структуры, призванные управлять конкурентоспособностью на уровне государства, но их деятельность пока малоэффективна в процессе формирования конкурентного отечественного производителя и экономической системы страны в целом.

В нашей стране, безусловно, проблемы конкурентоспособности стоят весьма остро и нуждаются в подробном анализе для последующей разработки конструктивной позиции государства.

Мировой опыт свидетельствует о том, что наличие факторов производства является необходимым, но недостаточным условием успешной конкуренции. Для этого еще нужны: определенный спрос на продукцию; требовательные потребители и конкурентоспособные поставщики; добросовестное ведение конкуренции; соответствующая стратегия предприятий относительно развития и повышения конкурентоспособности. К сожа-

лению, наличие недобросовестной конкуренции на внутреннем рынке, его незначительная емкость и неприхотливое поведение потребителей не дают возможности создания условий для роста конкурентоспособности отечественных предприятий и продукции. Предприятия не могут производить конкурентоспособную продукцию для внешних рынков, если она имеет низкое качество на внутреннем рынке. Страны, являющиеся сегодня лидерами мирового рынка, всегда отталкивались от внутреннего спроса, и их экспансия вначале шла через насыщение внутреннего рынка [19].

Считается общепризнанным, что низкая конкурентоспособность отечественных товаропроизводителей и страны в целом – это проблема экономической безопасности государства. В связи с этим повышение конкурентоспособности – стратегическая задача любого объекта отечественного рынка, решение которой возможно на основе проведения глубокого анализа конкурентоспособности как экономической категории и показателя экономической деятельности. Необходимость сравнения конкурентоспособности субъектов рынка определяет, в свою очередь, актуальность ее количественной оценки. Поэтому разработка методов количественного измерения конкурентоспособности – одно из условий управления ею [6].

В [20] конкурентоспособность государства и предприятия количественно определяется на основе ее количественных и качественных характеристик. Если в первой половине XX века богатство государств определялось занимаемой площадью, запасами полезных ископаемых, численностью населения, то в середине столетия сформировались условия для создания преимуществ у производителей, нацеленных на полное удовлетворение потребностей рынка на основе высокого технического уровня и качества изделий, ресурсосбережения и использования человеческого интеллекта.

1.3. Основные пути повышения конкурентоспособности продукции и предприятий

Существует несколько путей повышения качества и конкурентоспособности продукции на предприятии (рис. 1.1).

Только предприятие, на котором приоритеты отдаются качеству и постоянному обновлению ассортимента продукции, будет иметь длительно устойчивое положение на современном потребительском рынке.

Однако, даже имея достаточно высокий уровень качества продукции и стабильный спрос на неё со стороны потребителей, необходимо постоянно заботиться о снижении себестоимости производства. Это позволяет обеспечить запас финансовой устойчивости предприятия – то есть возможность при «атаке» конкурентов снижать цену на производимые товары, гарантировать прибыль и сохранять инвестиционную привлекательность предприятия.



Рис. 1.1. Пути повышения качества и конкурентоспособности продукции

Казалось бы, стоят прямо противоположные, взаимоисключающие друг друга задачи:

- расширение ассортимента и повышение качества продукции, как правило, требует дополнительных капиталовложений;
- снижение себестоимости требует максимального сокращения расходов и должно исключать дополнительные затраты.

Возможны два варианта ведения работ, в зависимости от поставленных задач:

Первый вариант – выпускается пользующаяся устойчивым спросом продукция. Необходимо повысить эффективность (прибыльность) производства и стабилизировать качество продукции.

Второй вариант – предприятию необходимо выйти на новый рынок или расширить свою нишу на рынке региона за счёт освоения производства новой продукции.

Алгоритм первого варианта заключается в следующем:

1. Проводится диагностика технологического потока производства, и выявляются подсистемы, операции, процессы, лимитирующие стабильность технологического потока и качества продукции.

2. Проводится анализ результатов диагностики, устанавливаются причины недостаточной стабильности и низкого качества. Разрабатываются предложения по их устранению, рассчитываются затраты на реализацию этих предложений и возможный эффект от их внедрения.

3. Проводится повторная диагностика технологического потока, и оценивается фактическая эффективность проведенных изменений.

Выбирается стратегия (на перспективу) развития производства: повышать качество сырья или усложнять технологию переработки и отбраковывать часть низкокачественного сырья.

Алгоритм второго варианта выглядит так (рис. 1.2):

1. Формируются показатели конечного потребительского продукта, на который хотел бы выйти производитель. Для этих целей:

– исследуется рынок аналогичных продуктов, анализируются их показатели по соотношению «цена – качество», и находится место («ниша») на рынке для нового, продвигаемого продукта;

– отбираются наиболее успешно реализуемые продукты (из аналогичных) и выявляются причины их «успешности». Это может быть их дефицит на рынке, внешняя привлекательность, низкая цена и высокое качество, удачная политика продвижения на рынок и т.д.;

– формируются показатели качества будущего продукта. При этом есть показатели, обеспечение которых, безусловно, необходимо (это показатели безопасности для потребителей, безопасности в производстве и экологической безопасности), и показатели качества, которые способствуют повышению покупательской привлекательности продукта;

– определяется возможная цена продаж – формирующая все экономические показатели производства. При этом определяется, что важнее – продвижение на рынок или сразу же максимальная прибыль.

2. Исходя из сформированных показателей качества продукции разрабатываются требования ко всем видам используемого сырья и ограничения – допуски на параметры технологических операций производства продукции на предприятии. Формируются требования к условиям хранения и сырья, и готовой продукции, к условиям транспортирования и реализации.

3. Разрабатывается (подбирается) технология и формируется технологический поток производства, гарантирующий обеспечение всех показателей качества, на которые хочет выйти производитель продукции.

4. Оценивается стабильность производства, и рассчитываются экономические показатели с целью определения, обеспечен ли выход на необходимый уровень прибыльности.

5. В случае невыхода на необходимый уровень качества продукции и стабильности производства или при недостаточной рентабельности проводятся необходимые корректировки технологического потока производства, допусков на сырьё и условия производства.

6. Формируется сырьевая база, гарантирующая поставки сырья нужного качества в необходимых объёмах.

Повышение качества продукции влияет не только на увеличение продаж продукции предприятия, но и на его имидж, а также возможность выхода на мировой рынок (рис. 1.3).

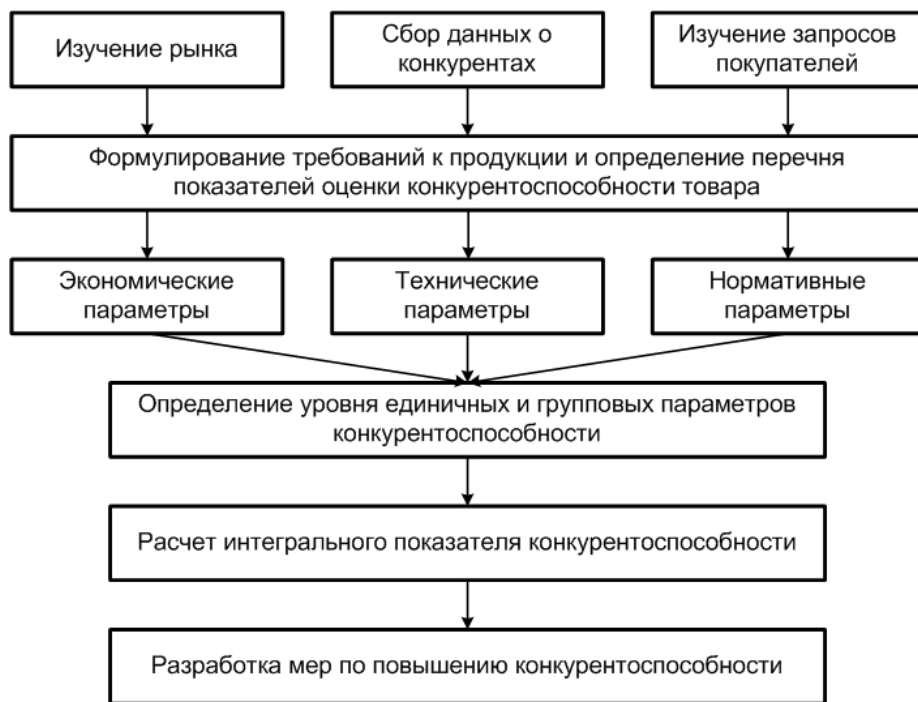


Рис. 1.2. Основные этапы при разработке мер по повышению конкурентоспособности

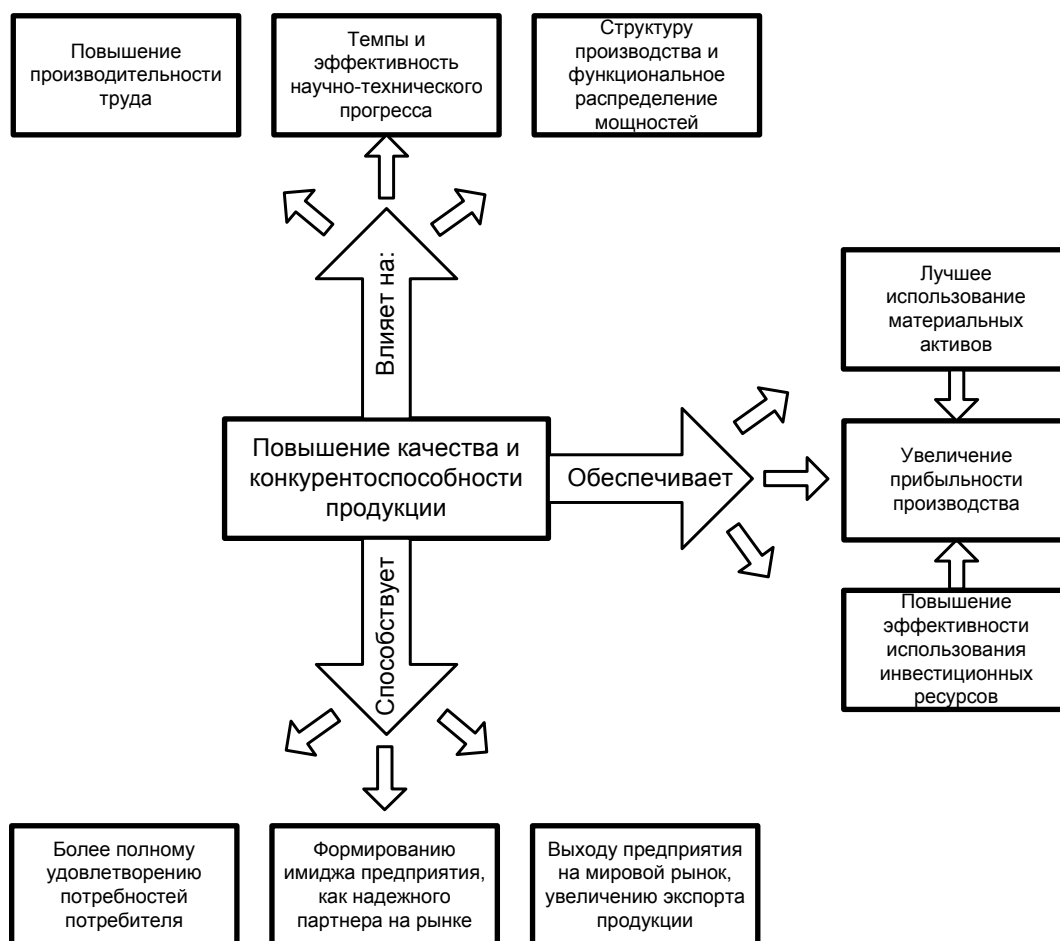


Рис. 1.3. Повышение качества и конкурентоспособности продукции и их влияние на производителя

1.4. Анализ конкурентоспособности продукции и предприятия

1.4.1 Методы оценки и анализа конкурентоспособности продукции и предприятия

1.4.1.1. Методы оценки конкурентоспособности продукции

Оценка качества продукции состоит в определении множества показателей и в основном проходит в несколько этапов.

Существует целая система показателей, характеризующих конкурентоспособность продукции (рис. 1.4) [21, 22, 23].

Конкурентоспособность продукции оценивается различными методами [24, 25]:

1) По показателю уровня качества.

В рыночных условиях объективным показателем конкурентоспособности продукции является уровень качества. Данный показатель актуален для всех типов изделий, поскольку они обладают комплексом свойств, который требуется варьировать в зависимости от назначения продукции. Он определяется соответствием продукции современным требованиям потребителей при достигнутом уровне социально-экономического развития и его НТП.

Данный вид конкурентоспособности не является постоянной величиной, а зависит от темпов НТП у ведущих мировых производителей аналогичной продукции.

Для оценки качества однородной продукции применяют [24, 25]:

1. Дифференциальный метод, который состоит в сравнении единичных показателей качества оцениваемой продукции (изделия) с соответствующими единичными показателями качества базового образца. При этом для каждого из показателей рассчитываются относительные показатели качества.

2. Комплексный метод – предусматривает использование комплексного (обобщенного) показателя качества. При этом методе уровень качества определяется отношением обобщенного показателя качества оцениваемой продукции $Q_{\text{оц}}$ к обобщенному показателю качества базового образца $Q_{\text{баз}}$.

3. Смешанный метод.

При этом методе единичные показатели качества объединяют в группы (например, показатели назначения, эргономические, эстетические) и для каждой группы определяют комплексный показатель. Отдельные, наиболее важные показатели не объединяют в группы, а используют как единичные. С помощью полученной совокупности комплексных и единичных показателей оценивают уровень качества продукции дифференциальным методом.



Рис. 1.4. Классификация показателей, определяющих конкурентоспособность промышленной продукции

4. Интегральный метод.

Интегральный показатель качества есть комплексный показатель в виде отношения суммарного полезного эффекта от эксплуатации к суммарным затратам на его создание, приобретение и монтаж у потребителя.

Как правило, этот показатель определяется двумя способами:

1. Как отношение суммарного полезного эффекта от эксплуатации изделия (выраженного в натуральных единицах измерения) к общим затратам на его создание и эксплуатацию за весь период времени (срок службы).

2. Как обратное отношение затрат к полезному эффекту.

Для оценки качества разнородной продукции применяются методы, основанные на индикации качества.

Индексом качества продукции называется комплексный показатель качества разнородной продукции, равный среднему взвешенному значению относительных показателей качества различных видов продукции за рассматриваемый период. В тех случаях, когда предприятие выпускает продукцию нескольких сортов, за относительный показатель качества продукции принимается коэффициент сортности, определяемый как отношение фактической стоимости продукции в оптовых ценах к условной стоимости (стоимость при условии, что вся продукция была выпущена высшего сорта).

Индекс дефектности – комплексный показатель качества разнородной продукции, который может быть использован для оценки уровня качества изготовления продукции, выпущенной за рассматриваемый интервал времени.

2) По коммерческим показателям.

Зависит от особенностей конкретного рынка.

Данный вид конкурентоспособности оценивается по таким основным показателям, как уровень цены, сроки поставки, условия платежа, налоги и сборы, связанные с приобретением продукции, и степень ответственности производителей и продавцов за выполнение обязательств и гарантий.

3) По организационным условиям приобретения товара и использования продукции.

Данный вид конкурентоспособности оценивается по таким показателям, как территориальное приближение продавцов к покупателям, доставка продавцами товара до места потребления, удобство расчетов, обеспеченность технических изделий обслуживанием в гарантийный и послегарантийный периоды.

4) По экономическим условиям потребления конкурентоспособность продукции характеризуется следующими технико-экономическими показателями:

- полная цена потребления;
- безотказность используемой технологии и безотказность эксплуатации технических изделий;

– энергоемкость и экономичность в приобретении сырья и материалов для производства единицы выпускаемой продукции или для выполнения работы с помощью конкретного технического изделия;

– надежность, периодичность и стоимость ремонтов, стоимость запасных частей и т.д.;

– численность обслуживающего персонала и его квалификация.

1.4.1.2. Методы оценки конкурентоспособности предприятия

Оценка конкурентоспособности предприятия необходима в целях:

– разработки мероприятий по повышению конкурентоспособности;

– выбора контрагентов для совместной деятельности;

– составления программы выхода предприятия на новые рынки сбыта;

– осуществления инвестиционной деятельности.

Методы оценки конкурентоспособности предприятия представлены в табл. 1.2 [26].

Т а б л и ц а 1.2

Методы оценки конкурентоспособности предприятия [26]

Название метода	Сущность метода	Преимущества
1	2	3
Оценка с позиции сравнительных преимуществ	Производство и реализация предпочтительнее, когда издержки производства ниже, чем у конкурентов. Основным критерием, применяемым в данном методе, являются низкие издержки	Простота оценки уровня конкурентоспособности
Оценка с позиции теории равновесия	Каждый фактор производства рассматривается с одинаковой и одновременно наибольшей производительностью. При этом у фирмы отсутствует дополнительная прибыль, обусловленная действием, какого-либо из факторов производства и у фирмы нет стимулов для улучшения использования того или иного фактора. Основным критерием является наличие факторов производства, не используемых в полной мере	Возможность определения внутренних резервов
Оценка исходя из теории эффективности конкуренции	Структурный подход: организация крупномасштабного, эффективного производства. Основным критерием конкурентоспособности при использовании данного подхода является концентрация производства и капитала. Функциональный подход: оценка конкурентоспособности осуществляется на основе сопоставления экономических показателей деятельности. В качестве критерия оценки конкурентоспособности используется соотношение цены, затрат и нормы прибыли	

Продолжение табл. 1.2

1	2	3
Оценка на базе качества продукции	Сопоставление ряда параметров продукции, отражающих потребительские свойства. Критерием конкурентоспособности является качество продукции	Возможность учета потребительских предпочтений при обеспечении уровня конкурентоспособности
Профиль требований	С помощью шкалы экспертных оценок определяется степень продвижения организации и наиболее сильный конкурент. В качестве критерия используется сопоставление профилей	Наглядность
Профиль полярностей	Определение показателей, по которым фирма опережает или отстает от конкурентов, т.е. ее сильных и слабых сторон. В качестве критерия используется сопоставление параметров опережения или отставания	
Матричный метод	Базируется на маркетинговой оценке деятельности предприятия и его продукции. В основе методики – анализ конкурентоспособности с учетом жизненного цикла продукции предприятия	
SWOT-анализ	Позволяет проанализировать слабые и сильные стороны внутренней среды предприятия, потенциальные опасности внешней среды и на основе анализа выявить существующие возможности для развития предприятий.	
Метод экспертных оценок	Организованный сбор суждений и предположений экспертов с последующей обработкой полученных ответов и обобщением результатов	Позволяет быстро и без больших временных и трудовых затрат получить информацию, необходимую для выработки управленческого решения
Построение «гипотетического многоугольника конкурентоспособности»	Оценка конкурентоспособности предприятия по восьми факторам: – концепция товара и услуги, на которой базируется деятельность предприятия – качество, выражающееся в соответствии продукта высокому уровню товаров рыночных лидеров и выявляемое путем опросов и сравнительных тестов – цена товара с возможной наценкой – финансы – как собственные, так и заемные – торговля – с точки зрения коммерческих методов и средств деятельности	

1	2	3
	<ul style="list-style-type: none"> – послепродажное обслуживание, обеспечивающее предприятию постоянную клиентуру – внешняя торговля предприятия, позволяющая ему позитивно управлять отношениями с властями, прессой и общественным мнением – предпродажная подготовка, которая свидетельствует о его способности не только предвидеть запросы будущих потребителей, но и убедить их в исключительных возможностях предприятия удовлетворить эти потребности 	
<p>Метод оценки основных групповых показателей и критериев конкурентоспособности предприятия</p>	<p>Оценка конкурентоспособности предприятия включает следующие этапы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – выбор критериев для оценки конкурентоспособности предприятия – расчет коэффициентов весомости выбранных критериев – определение количественных значений единичных показателей конкурентоспособности предприятие для каждой группы критериев и перевод показателей в относительные величины – расчет коэффициентов весомости выбранных единичных показателей – расчет количественных значений критериев конкурентоспособности предприятия – расчет коэффициента конкурентоспособности предприятия 	

Контрольные вопросы

1. Что такое конкурентоспособность?
2. Назовите основные факторы конкурентоспособности предприятия.
3. Укажите основные пути повышения конкурентоспособности продукции и предприятия.
4. Охарактеризуйте основные этапы при разработке мер по повышению конкурентоспособности.
5. Какими методами оценивается конкурентоспособность продукции?
6. Назовите методы оценки конкурентоспособности предприятия.

2. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ (УСЛУГ)

2.1. Система показателей качества продукции (услуг)

2.1.1. Основные показатели качества промышленной продукции

Существуют различные формулировки понятий качества, представленные в табл. 2.1.

Т а б л и ц а 2.1

Динамика понятий качества

Автор	Формулировка определений качества
Аристотель (III в. до н.э.)	– Различие между предметами – Дифференциация по признаку «хороший-плохой»
Гегель (XIX в. н.э.)	– Качество есть в первую очередь тождественная с бытием определенность, так что нечто перестает быть тем, что оно есть, когда оно теряет свое качество
Шухарт (1931 г.)	– Качество имеет два аспекта: – объективные физические характеристики – субъективная сторона: насколько вещь хороша
Исикава К. (1950 г.)	– Качество – свойство, реально удовлетворяющее потребителей
Джуран Дж. (1979 г.)	– Пригодность, для использования (соответствие назначению) – Субъективная сторона: качество есть степень удовлетворения потребителя (для реализации качества производитель должен узнать требования потребителя и сделать свою продукцию такой, чтобы она удовлетворяла этим требованиям)
ГОСТ 15467-79	– Качество продукции – совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением
Международный стандарт ИСО 8402-86	– Качество – совокупность характеристик продукции или услуг, которые придают им способность удовлетворять обусловленные и предполагаемые потребности
Международный стандарт ИСО 8402-94	– Качество-совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворять установленные и предполагаемые потребности
Международный стандарт ИСО 9000:2000	– Качество-степень, с которой совокупность собственных характеристик выполняет требования
Международный стандарт ИСО 9000:2011	– Качество (quality) – степень соответствия совокупности присущих характеристик требованиям

В соответствии с ГОСТ 4.200–78 «Система показателей качества продукции. СТРОИТЕЛЬСТВО. Основные положения» качество продукции характеризуется совокупностью критериев:

– технический уровень;

- стабильность показателей качества;
- экономическая эффективность;
- конкурентоспособность на внешнем рынке.

Номенклатура показателей качества продукции по критериям представлена в табл. 2.2.

Т а б л и ц а 2.2

Номенклатура показателей качества продукции

Наименование критерия и основного вида показателя качества	Условное обозначение показателя качества	Основной показатель качества
1	2	3
1. Технический уровень		
1.1. Показатели назначения	H_3	Прочность, жесткость, трещиностойкость, огнестойкость, сейсмостойкость, морозостойкость, влагостойкость, стойкость к воздействию солнечной радиации, теплоизоляция, звукоизоляция, светопропускание
1.2. Показатели конструктивности	H_k	Геометрические размеры, форма, состав, структура
1.3. Показатели надежности (долговечность, сохраняемость)	H	Вероятность возникновения отказов (в том числе разрушений, потери свойств), стойкость к коррозии, срок службы, время и условия хранения
1.4. Показатели ремонтпригодности (восстанавливаемости)	P_n	Продолжительность, трудоемкость и стоимость восстановления при отказах
1.5. Показатели технологичности	T_x	Трудоемкость изготовления, материалоемкость, энергоемкость, степень механизации и автоматизации
1.6. Показатели транспортабельности	T_p	Масса, габариты, материалоемкость и трудоемкость упаковки, возможность контейнеризации
1.7. Показатели совместимости	Cc	Взаимная увязка размеров, допусков, видов стыков; согласованность сроков службы
1.8. Эргономические показатели	$Эp$	Температурный режим; уровень токсичности, запыленности, вибрации; удобство пользования продукцией
1.9. Эстетические показатели	$Эc$	Художественная выразительность, внешний вид, качество поверхностей
2. Стабильность показателей качества		
2.1. Показатели однородности	C_o	Отклонение количественных значений свойств продукции от номинальных, коэффициент вариации основных свойств
2.2. Показатели соблюдения стандартов, ТУ, строительных норм и правил, проектов	C	Показатели соблюдения стандартов, ТУ, строительных норм и правил, проектной документации; процент брака, количество рекламаций

Окончание табл. 2.2

1	2	3
3. Экономическая эффективность		
3.1. Экономические показатели	\mathcal{E}_k	Удельные капитальные вложения, себестоимость, рентабельность, годовой экономический эффект, получаемый в народном хозяйстве
4. Конкурентоспособность на внешнем рынке		
4.1. Патентно-правовые показатели	Π_n	Показатели патентной защиты и патентной чистоты, наличие экспорта продукции

Применяемость критериев качества зависит от вида решаемых задач (табл. 2.3).

Т а б л и ц а 2.3

Применяемость критериев качества в зависимости от вида решаемых задач

Основной вид решаемых задач	Наименование критериев качества			
	Технический уровень	Стабильность показателей качества	Экономическая эффективность	Конкурентоспособность на внешнем рынке
Разработка стандартов и технических условий	+	–	–	–
Выбор оптимального варианта новой продукции	+	–	+	±
Аттестация продукции	+	+	+	+
Прогнозирование и планирование качества продукции	+	–	+	±
Разработка систем управления качеством продукции	+	+	+	–
Отчетность и информация о качестве продукции	+	±	+	±

П р и м е ч а н и е . Знак «+» означает применяемость, знак «–» – неприменяемость, знак «±» – ограниченную применяемость соответствующих критериев качества продукции.

Показатели качества: назначения, конструктивности, надежности, технологичности, экономические; соблюдения стандартов, ТУ, строительных норм и правил, проектов – должны использоваться для всех видов продукции при решении всех задач. Применяемость других основных видов показателей качества приведена в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Применяемость показателей качества

Наименование основного вида показателя качества	Группа продукции				
	Строительные материалы	Строительные конструкции	Инженерное оборудование зданий и сооружений	Оснастка и инстру- мент	Здания, соору- жения и их элементы
Показатели ремонтпригодности	–	±	±	+	+
Показатели транспортабельности	+	+	±	–	±
Показатели совместимости	–	±	±	–	+
Эргономические показатели	±	±	±	+	+
Эстетические показатели	±	±	+	±	+
Показатели однородности	+	+	+	+	–
Патентно-правовые показатели	±	±	±	±	±

Примечание. Знак «+» означает применяемость, знак «–» – неприменяемость, знак «±» – ограниченную применяемость соответствующих показателей качества продукции.

При оценке качества строительных материалов должны в полной мере учитываться их свойства. Согласно [22] существует система показателей качества, в которую входят: показатели назначения, надежности и долговечности, эргономические показатели и т.д.

Показатели назначения. Данный вид показателей характеризует полезный эффект от использования продукции по назначению и определяет область ее применения. В общем виде к показателям целевого назначения относят *прочностные* (прочность на сжатие и растяжение, жесткость, трещиностойкость, ударная прочность, сейсмостойкость), а также *теплофизические показатели* и *стойкость к внешним воздействиям* (морозостойкость, влажностойкость, стойкость к воздействию солнечной радиации, термостойкость, огнестойкость, теплопроводность, водонепроницаемость, показатели звукоизоляции, светопропускания и др.).

Необходимая для оценки качества номенклатура показателей назначения регламентируется системой стандартов, в которых предусматриваются следующие показатели назначения для каменных стеновых материалов: пределы прочности при сжатии и изгибе, водопоглощение, отпускная влажность, морозостойкость, линейная усадка. Учитывая, что материалы предназначены для работы в ограждающей стеновой конструкции и должны обладать большим термическим сопротивлением, в стандарт включили один из важнейших показателей – теплопроводность стенового материала.

При оценке уровня качества продукции показатели назначения часто применяют совместно с показателями других видов. Наиболее тесно к показателям назначения примыкают показатели надежности и долговечности.

Также к этой группе относятся **показатели конструктивности**, которые характеризуют степень технического совершенства и прогрессивность материала, изделия или конструкции. Для строительных изделий показателями конструктивности служат геометрическая форма и размеры, нормируемые допуски. Применительно к материалам в качестве показателей конструктивности используют характеристики состава и структуры. Например, для цемента используют характеристику по содержанию основных минералов клинкера; бетонные смеси характеризуют видом и соотношением исходных материалов и т. д.

Показатели надежности и долговечности. Эти показатели характеризуют свойства надежности и долговечности материалов, изделий или строительных объектов. Применительно к процессу изготовления продукции заслуживает внимания также надежность технологического оборудования, используемого при производстве изделий, и технологии в целом.

Показатели надежности характеризуют степень выполнения продукцией своих функций в течение заданного срока службы в определенных условиях внешней среды с сохранением своих свойств при условии соблюдения правил эксплуатации. Свойство надежности закладывается на стадии разработки продукции, обеспечивается на стадии ее производства и поддерживается на стадии эксплуатации.

Проблема надежности строительных конструкций и систем становится все более важной в связи с повышением этажности сооружений, увеличением числа сборных элементов и количества стыков, стремлением выполнить конструкции как можно более легкими и тонким.

Надежность – сложное свойство изделия, которое в общем случае складывается из частных свойств: долговечности, безотказности, ремонтно-пригодности и сохраняемости.

Безотказностью называют свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или некоторой наработки. В основном безотказность рассматривают применительно к режиму работы объекта, но иногда приходится оценивать безотказность при его хранении и транспортировании. К показателям безотказности относят вероятность безотказной работы, среднюю наработку до отказа, наработку до отказа, интенсивность отказов и др.

Наработка до отказа – это продолжительность или объем работы объекта от начала его эксплуатации до возникновения первого отказа. Ее измеряют в единицах времени (при непрерывном режиме работы изделия) либо в циклах, когда изделие работает с интервалами. Нарработку до отказа используют для характеристики безотказности единичного изделия. Для

оценки безотказности группы (партии) изделий следует применять показатели, отражающие изменение свойств продукции с учетом их статистической изменчивости. Такими показателями являются средняя наработка до отказа, гамма-процентная наработка до отказа и интенсивность отказов и др.

Средняя наработка до отказа отражает математическое ожидание наработки до первого отказа. Гамма-процентная наработка до отказа характеризует наработку, в течение которой отказ объекта не возникает с вероятностью y , выраженной в процентах. Для количественного выражения безотказности неремонтируемых изделий используют показатель интенсивности отказов. Интенсивность отказов представляет собой вероятность отказа невозстанавливаемого изделия в единицу времени. В простейшем случае интенсивность отказов обратно пропорциональна наработке на отказ.

Вероятность безотказной работы характеризует вероятность того, что в пределах заданной наработки отказа объекта не возникнет. К моменту времени i , считая от начала эксплуатации объекта, вероятность его безотказной работы определяют по формуле $P(t)=1 - F(t)$, где $F(t)$ – функция распределения наработки до отказа, и выражают некоторым числом от нуля до единицы либо в процентах.

Под **долговечностью** подразумевается свойство объекта сохранять работоспособность до предельного состояния с необходимыми перерывами на ремонт. Предельное состояние определяется разрушением объекта, требованиями безопасности или экономическими соображениями.

Для оценки долговечности строительных изделий применяют показатели, позволяющие прогнозировать срок службы изделий. В первую очередь это срок, характеризующий календарную продолжительность эксплуатации изделия до перехода в предельное состояние. Различают также назначенный срок службы, отражающий календарную продолжительность эксплуатации изделия, при достижении которой применение его по назначению должно быть прекращено, и средний срок службы, т.е. математическое ожидание срока службы.

Ремонтопригодность – свойство изделия, характеризующее его приспособленность к восстановлению работоспособного состояния в результате предупреждения, выявления и устранения отказов. Показателями ремонтпригодности служат среднее время восстановления работоспособного состояния, выражающее математическое ожидание времени восстановления, а также вероятность восстановления, т.е. вероятность того, что время восстановления работоспособного состояния объекта не превысит заданного. Ремонтпригодность относится только к восстанавливаемым изделиям, системам и элементам.

Сохраняемость характеризует свойства объекта сохранять заданные значения безотказности, долговечности и ремонтпригодности в течение и после срока хранения и транспортирования, установленного технической документацией. Сохраняемость количественно оценивают временем хранения и транспортирования до возникновения неисправности. Можно выражать сохраняемость и снижением показателя надежности при последующей эксплуатации изделия.

Строительная практика показывает, что изделия могут утратить надежность не только в период эксплуатации, но и при хранении или транспортировке. Поэтому сохраняемость часто представляют в виде двух составляющих: одна из них проявляется в период хранения, а другая – во время применения объекта после хранения.

Показатели технологичности. В данную группу входят показатели, характеризующие эффективность конструкторско-технологических решений, которые должны быть направлены на достижение высокой производительности труда при минимальных затратах материалов, топлива и энергии на изготовление и ремонт продукции.

Технологичность продукции характеризуется степенью использования типовых технологических процессов, рациональных исходных материалов и изделий централизованного производства, наилучшим обеспечением потребителя запасными частями и материалами, что приводит к увеличению производительности труда при изготовлении продукции и к снижению затрат на производство и эксплуатацию продукции. К основным показателям технологичности промышленной продукции относят коэффициент сборности (блочности) изделия и коэффициент использования рациональных материалов, а также удельные показатели трудоемкости производства, материало- и энергоемкости продукции.

Коэффициент сборности (блочности) изделия характеризует простоту монтажа изделия и долю конструктивных элементов, входящих в специфицируемые блоки, в общем числе элементов всего изделия. Применительно к строительным изделиям (системам) коэффициент сборности выражает долю сборных элементов в общем числе составных частей изделия (системы):

$$K_{сб} = N_{сб} / N, \quad (2.1)$$

где $N_{сб}$ – число сборных элементов в изделии;

N – общее число элементов.

Чем больше значение коэффициента сборности, тем выше технологичность продукции.

Коэффициент использования рациональных материалов определяют в тех случаях, когда в конструкции изделия целесообразно по технико-экономическим соображениям использовать те или иные эффективные мате-

риалы (алюминиевые сплавы, полимерные строительные материалы и т.д.). Коэффициент использования материала:

$$K_{\text{им}} = M_{\text{эм}} / M_{\text{и}}, \quad (2.2)$$

где $M_{\text{и}}$ – общая масса изделия;

$M_{\text{эм}}$ – суммарная масса эффективного материала в изделии.

Для легких эффективных материалов вследствие их малой плотности коэффициент использования будет иметь заниженное значение, поэтому для таких материалов в выражение надо вводить не массы, а объемы. С повышением коэффициента использования рациональных материалов уровень качества продукции возрастает.

Технологичность продукции удобно характеризовать показателями трудо- и материалоемкости. *Трудоемкость производства продукции* определяется количеством времени, затраченного на изготовление единицы продукции, и выражается для промышленных изделий в нормо-часах. *Удельная трудоемкость* определяется как отношение общей трудоемкости производства T к основному параметру продукции B :

$$q_{\text{т}} = T/B. \quad (2.3)$$

Удельная материалоемкость – отношение массы или объема готовой продукции M к ее основному параметру B :

$$q_{\text{м}} = M/B. \quad (2.4.)$$

При определении удельной трудоемкости и удельной материалоемкости за основной параметр принимают показатели назначения продукции (прочность, плотность и т.д.). Техническая политика на предприятии должна быть направлена на уменьшение удельной трудоемкости, материалоемкости и энергоемкости продукции; уровень качества при этом возрастает.

Эргономические показатели. Эргономические показатели качества используют при определении соответствия изделия требованиям эргономики. Эргономика изучает взаимодействие в системе «человек – среда – изделие». Показатели эти охватывают всю область факторов, влияющих на работающего человека и эксплуатируемое изделие. Например, при изучении рабочего места следует учитывать не только рабочую позу человека и его движения, дыхание, мышление, но и размеры сиденья, параметры инструментов, средства передачи информации и т. д.

Эргономические показатели подразделяют на гигиенические, антропометрические, физиологические и психологические.

Уровень эргономических показателей определяется экспертами-эргономистами по разработанной специальной шкале оценок в баллах.

Гигиенические показатели характеризуют соответствие изделия санитарно-гигиеническим нормам и рекомендациям. Эти показатели используются для оценки соответствия изделия гигиеническим условиям жизне-

деятельности и работоспособности человека при его взаимодействии с изделием. В группу гигиенических показателей входят освещенность, температурный режим, влажность и давление, напряженность магнитного и электрического полей, уровни запыленности, излучения, токсичности, шума и вибрации, перегрузки (ускорений).

Влияние гигиенических показателей определяют путем измерения и оценки интенсивности отдельных факторов и сравнения полученных данных с нормативными. Например, при оценке уровня вибрации необходимо сопоставлять существующий уровень вибрации технологического оборудования – виброплощадок, глубинных, поверхностных и навесных вибраторов – с предельно допустимым по нормам. Степень вредности вибрации оценивается по предельным значениям виброскорости и амплитуды колебаний в зависимости от частоты.

Антропометрические показатели характеризуют изделия, входящие в непосредственную связь с человеком, – элементы органов управления, производственную мебель, одежду и обувь. В группу антропометрических показателей входят показатели соответствия конструкции изделия размерам и форме тела человека и его отдельных частей, входящих в контакт с изделием; показатель соответствия конструкции изделия распределению массы человека.

Физиологические и психофизиологические показатели характеризуют соответствие изделия физиологическим свойствам человека и особенностям функционирования его органов чувств. Сюда входят следующие показатели: соответствие конструкции изделия скоростным и силовым возможностям человека; соответствие размера, формы, яркости, контраста, цвета изделия и пространственного положения объекта наблюдения зрительным психофизиологическим возможностям человека; соответствие конструкции изделия, содержащего источник информации, слуховым психофизиологическим возможностям человека; соответствие изделия и его элементов относительным возможностям человека.

Психологические показатели характеризуют соответствие изделия психологическим особенностям человека, находящим отражение в инженерно-психологических требованиях, требованиях психологии труда и общей психологии. В группу психологических входят показатели соответствия изделия возможностям восприятия и переработки информации и соответствия изделия закрепленным и вновь формируемым навыкам человека (с учетом легкости и быстроты их формирования) при пользовании изделием.

При оценке качества продукции с использованием эргономических показателей необходимо в промышленных изделиях выделять элементы, влияющие на работоспособность, производительность и утомляемость человека.

Показатели стандартизации и унификации. Сюда относят показатели, характеризующие степень насыщенности изделия стандартизованными и унифицированными деталями. При разработке новых изделий необходимо стремиться не только к сокращению количества оригинальных составных частей, но и к уменьшению числа стандартизованных и унифицированных деталей, так как при прочих равных условиях качество изделия тем выше, чем меньше оно содержит составных частей. Для единообразия в подсчетах показателей стандартизации и унификации составные части изделия принято разделять на стандартизованные, унифицированные и оригинальные. Стандартизованными считаются части изделия, выпускаемые по государственным, республиканским или отраслевым стандартам. К унифицированным относятся части изделия, выпускаемые по стандартам предприятия, а также получаемые им в готовом виде как комплектующие составные части (из находящихся в серийном производстве). Оригинальными называются составные части, разработанные специально для данного изделия.

Важнейшими показателями стандартизации и унификации являются коэффициенты применяемости и коэффициенты повторяемости.

Коэффициент применяемости характеризует степень насыщенности изделия стандартизованными и унифицированными составными частями. Различают коэффициент применяемости по типоразмерам и коэффициент применяемости по составным частям изделия. Например, коэффициент применяемости по типоразмерам:

$$K_{\text{пр}} = \frac{N_{\text{об}} - N_o}{N_{\text{об}}} 100, \quad (2.5)$$

где $N_{\text{об}}$ – общее число типоразмеров составных частей изделия,

$$N_{\text{об}} = N_{\text{ст}} + N_y + N_o;$$

здесь $N_{\text{ст}}$, N_y и N_o – число типоразмеров стандартизованных, унифицированных и оригинальных составных частей.

Кроме того, можно определять коэффициенты применяемости только по стандартизированным или только по унифицированным составным частям. Чем больше значения коэффициентов применяемости, тем выше при прочих равных условиях уровень качества продукции.

Коэффициент повторяемости характеризует степень унификации составных частей в изделии и может быть выражен в двух видах – безразмерным числом или в %:

$$K_{\text{п}} = N_{\text{об.шт}} / N_{\text{об}}, \quad (2.6)$$

где $N_{\text{об.шт}}$ – число составных частей в изделии.

Степень применяемости стандартных составных частей может быть выражена и с помощью стоимостного коэффициента, равного отношению стоимости стандартизованных составных частей к стоимости изделия в целом. Стоимостной коэффициент может быть отнесен и к группе экономических показателей.

Экономические показатели отражают затраты на разработку, изготовление и эксплуатацию продукции, а также экономическую эффективность ее эксплуатации. С помощью экономических показателей оценивают ремонтпригодность продукции, ее технологичность, уровень стандартизации и унификации, патентную чистоту. Экономические показатели учитывают также при составлении интегральных показателей качества продукции.

Эстетические показатели качества изделий. Эстетические показатели характеризуют информационную выразительность, рациональность формы, целостность композиции, совершенство производственного исполнения и стабильность товарного вида изделия [29].

Показатели информационной выразительности характеризуют степень отражения в форме изделия сложившихся в обществе эстетических представлений и культурных норм, которые проявляются [28]:

- в своеобразии элементов формы, выделяющих данное изделие среди других аналогичных изделий (оригинальность формы);
- в преемственности признаков формы, характеризующих устойчивость средств и приемов художественной выразительности, свойственных определенному периоду времени (стилевое соответствие);
- в признаках внешнего вида изделия, выявляющих временно установившиеся эстетические вкусы и предпочтения (соответствие моде).

Показатели рациональности формы характеризуют соответствие формы объективным условиям изготовления и эксплуатации изделия, а также адекватность отражения в ней функционально-конструктивной сущности изделия. Рациональность формы – это [28]:

- соответствие формы изделия его назначению, конструктивному решению, особенностям технологии изготовления и применяемым материалам (показатель функционально-конструктивной обусловленности);
- учтенность в форме изделия способов и особенностей действий человека с изделием (показатель эргономической обусловленности).

Показатели целостности композиции характеризуют гармоничность единства частей и целого изделия, органичность взаимосвязи элементов формы изделия и его согласованность с другими изделиями. Целостность композиции предопределяет эффективность использования технических и художественных средств при создании единого композиционного решения [28].

Показатели совершенства изготовления элементов формы и поверхностей характеризуются [28]:

– чистотой выполнения поверхностей контуров (показатель чистоты контуров);

– тщательностью нанесения покрытий и отделки поверхностей (показатель тщательности покрытий и отделки);

– четкостью изображения фирменных знаков, указателей, надписей, рисунков, символов, информационных материалов и т.п. (показатель четкости исполнения знаков и сопроводительной документации).

Показатели стабильности товарного вида таковы [28]: устойчивость к повреждениям элементов внешнего вида изделия; сохраняемость цвета и др.

Оценку значений эстетических показателей качества изделий осуществляет экспертным методом комиссия, состоящая из квалифицированных специалистов в области художественного конструирования и дизайна. Экспертная комиссия оценивает выбранные эстетические показатели в баллах и определяет коэффициент весомости каждого показателя. На основе полученных значений единичных показателей и коэффициентов их весомости вычисляют обобщенный показатель эстетичности по формуле

$$\lambda = \sum_{i=1}^n m_i K_i, \quad (2.7)$$

где K_i – оценка единичного i -го показателя эстетичности в баллах;

m_i – коэффициент весомости i -го показателя;

n – число учитываемых единичных эстетических показателей.

Патентно-правовые показатели. Патентно-правовые показатели – это в первую очередь показатели патентной защиты и патентной чистоты. Для расчета значений патентно-правовых показателей в зависимости от сложности изделия все его составные части делятся на группы с учетом их весомости [28].

Используют два показателя патентной защиты изделия: патентную защиту в стране и за рубежом.

Показатель патентной защиты изделия внутри страны рассчитывается так:

$$P'_{п.з} = \frac{\sum_{i=1}^S m_i N_i}{N}, \quad (2.8)$$

где S – количество групп значимости;

m_i – коэффициент весомости составных частей изделия, защищенных патентами или авторскими свидетельствами страны;

N_i – количество составных частей изделия, защищенных патентами или авторскими свидетельствами страны;

N – общее количество составных частей изделия.

Показатель патентной защиты отечественного изделия патентами за рубежом определяется по формуле

$$P_{п.з}'' = \frac{\delta(\sum_{i=1}^S m_i' N_i')}{N}, \quad (2.9)$$

где δ – коэффициент, зависящий от количества стран, в которых получены патенты для экспорта изделий;

m_i' – коэффициент весомости составных частей изделия, защищенных зарубежными патентами;

N_i' – количество составных частей изделия, защищенных патентами за рубежом.

Общий показатель патентной защиты изделия $P_{п.з}$ представляет собой сумму

$$P_{п.з} = P_{п.з}' + P_{п.з}'' \quad (2.10)$$

Показатель *патентной чистоты* $P_{п.ч}$ выражает правовую возможность реализации изделия как внутри страны, так и за рубежом. Показатель $P_{п.ч}$ упрощенно рассчитывают по формуле

$$P_{п.ч} = \frac{N - \sum_{i=1}^S m_i N_i}{N}, \quad (2.11)$$

где N_i – количество составных частей изделия (по группам значимости), попадающих под действие патентов данной страны.

С учетом разделения составных частей изделия на особо важные, основные и вспомогательные *показатель патентной защиты* определяют по формуле

$$P_{п.з} = \frac{\sum_{j=1}^n m_j + \sum_{i=0}^S m_i N_i}{N_{ов}}, \quad (2.12)$$

где m_j – индивидуальный коэффициент весомости особо важных составных частей;

n – количество особо важных составных частей в изделии;

m_i – коэффициент весомости частей изделия, защищенных патентами России или в странах предполагаемого экспорта;

N_i – количество составных частей изделия основной и вспомогательной групп, защищенных патентами;

$N_{ов}$ – общее количество учитываемых составных частей изделия в основной и вспомогательной группах;

S – число групп значимости.

Более точно показатель патентной чистоты определяют по следующей формуле:

$$P_{\text{п.ч}} = \sum_{j=1}^n m_j + \sum_{i=1}^S m_i [(N_{\text{ов}} - N_{\text{ин.п.ч}})]: N_{\text{ов}}, \quad (2.13)$$

где m_j – коэффициент весомости особо важных составных частей изделия;

m_i – коэффициент весомости для частей изделия основной и вспомогательной групп;

n – количество особо важных составных частей изделия, обладающих патентной чистотой;

$N_{\text{ов}}$ – общее количество учитываемых составных частей изделий в i -й группе;

$N_{\text{ин.п.ч}}$ – количество составных частей изделия в группе, подпадающих под действие патентов, выданных в стране предполагаемой реализации;

S – число групп значимости.

Экологические показатели. Актуальной проблемой сегодня стало опасное для людей воздействие на природу в процессе их жизнедеятельности. Материальными носителями опасных и вредных факторов для природы и человека становятся различные объекты, используемые в трудовых процессах. К таким объектам относятся: средства труда (машины, оборудование и другие технические изделия); предметы и продукты труда; технологии, природно-климатические условия и т.д.

Экологические показатели характеризуют уровень вредного воздействия на окружающую среду в процессе эксплуатации изделия. При обосновании необходимости учета экологических показателей для оценки качества изделия проводится анализ его работы с целью выявления возможных вредных химических, механических, световых, звуковых, биологических, радиационных и других воздействий на окружающую природную среду. При выявлении таких воздействий на природу соответствующие экологические показатели включают в номенклатуру показателей, принимаемых в перечень для оценки уровня качества изделия.

Экологические показатели техники можно разделить на три основные группы [28]:

1) показатели, связанные с использованием материальных ресурсов природы;

2) показатели, связанные с использованием природных энергетических ресурсов;

3) показатели, связанные с загрязнением окружающей среды.

К *первой* группе показателей можно отнести: ресурсоемкость изготовления продукции, показатели потребления невозполнимых материальных

ресурсов при эксплуатации, при ремонтах и утилизации продукции после ее физического износа.

Во *вторую* группу входят показатели расходования природных энергоносителей на всех стадиях и этапах жизненного цикла изделий.

Третья группа показателей включает параметры различных видов загрязнений окружающей среды и ущерба от этих загрязнений на различных стадиях жизненного цикла изделий – от производства и эксплуатации до ликвидации отработавших изделий.

При определении экологических показателей качества новой техники находят относительные значения фактических значений, например: концентрации вредных веществ или уровней вредных (механических, физических и др.) воздействий на природную среду – к их предельно допустимым значениям. При этом должны соблюдаться следующие условия:

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1, \quad (2.14)$$

где C_1, C_2, C_3 – концентрации соответствующих вредных веществ; $\text{ПДК}_1, \text{ПДК}_2, \text{ПДК}_n$ – предельно допустимые концентрации соответствующих вредных веществ.

При оценке уровня качества технических изделий с учетом экологических показателей исходят из требований и конкретных норм по охране окружающей природной среды.

Промышленное изделие, эксплуатация которого приводит к нарушению установленных экологических требований и норм по охране природы, не может быть отнесено к продукции, превосходящей мировой уровень или соответствующей ему, независимо от того, соответствуют ли другие показатели качества такой оценке.

Показатели безопасности. Данная группа показателей качества продукции характеризует безопасность обслуживающего персонала, пассажиров – для транспортных средств, а также окружающих людей в процессе эксплуатации, хранения и утилизации технических изделий.

Безопасность – это такое состояние условий труда, при котором с определенной вероятностью исключена опасность, т.е. возможность повреждения (травмы, увечья) или ухудшения (профессиональные заболевания) здоровья человека [28].

В качестве показателей безопасности могут быть приняты:

- вероятность безопасной работы человека в течение определенного времени;
- коэффициент безопасности.

Качественным показателем безопасности может быть наличие средств индивидуальной защиты человека, ремней безопасности и т.п.

Оценку уровня качества изделия производят с учетом показателей безопасности и их норм.

При оценке безопасности первоначально определяют $X_{ст}$ – степень вредности (опасности) неблагоприятного фактора и (или) тяжести работ с техническим изделием. Степень вредности $X_{ст}$ оценивают в баллах в соответствии с нормами.

Однако многие вредные и опасные факторы воздействуют на человека при его работе не всегда. В этом случае установленные показатели степени вредности факторов корректируются по формуле

$$X_{факт} = X_{ст} T, \quad (2.15)$$

где $X_{ст}$ – степень вредности (опасности) фактора;

T – отношение времени действия данного фактора к продолжительности рабочей смены.

Если время действия какого-либо отрицательного фактора составляет более 90 % продолжительности рабочей смены, то его $T=1$.

В ряде случаев степень безопасности технических изделий оценивают по коэффициентам безопасности $K_б$.

Коэффициент безопасности $K_б$ определяется отношением количества показателей (требований) безопасности $N_б$, соответствующих нормативно-технической документации по безопасности труда с оцениваемым изделием, к общему количеству номенклатуры показателей безопасности $N_о$, относящихся к данному изделию:

$$K_б = \frac{N_б}{N_о}. \quad (2.16)$$

Если коэффициент безопасности меньше единицы, то необходимо осуществить управленческие и технические мероприятия по приведению изделия в нормативно безопасное состояние.

Уровень безопасности $У_б$ изделия количественно оценивается как отношение коэффициентов безопасности оцениваемого и базового образцов:

$$У_б = \frac{K_{б.оц}}{K_{б.баз}}. \quad (2.17)$$

Однако более точная оценка уровня безопасности изделия может быть осуществлена дифференциальным или комплексным методом с учетом всех единичных показателей безопасности и их значимости.

2.1.2. Показатели качества услуг

Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 52113–2003 предусматривает следующие группы показателей качества по характеризующим ими свойствам услуг:

1) показатели назначения: показатели применения, совместимости (функциональной, программной, геометрической и т.д.), показатели предприятия (материально-техническая база, эргономические показатели обслуживания, среднее время ожидания обслуживания клиента);

2) показатели безопасности: безопасность для жизни, радиационная, взрывобезопасность, безопасность для окружающей среды и т.д.;

3) показатели надежности: показатели надежности результата услуги, безотказность, долговечность, сохраняемость, ремонтпригодность, показатели стойкости к внешнему воздействию и т.д.;

4) показатели профессионального уровня персонала: уровень профессиональной подготовки, общие навыки, знание и соблюдение требований руководящих документов, внимательность и доброжелательность в отношениях с потребителем и т.д.

Показатели качества услуг должны обеспечивать:

– повышение качества услуги и соответствие требованиям потребителей;

– соответствие качества услуги передовому зарубежному опыту;

– учет современных достижений науки и техники и основных направлений научно-технического прогресса и развития сферы услуг;

– характеристику свойств услуги на стадиях ее жизненного цикла, обуславливающих ее способность удовлетворять определенные потребности потребителей в соответствии с ее назначением.

Все виды услуг в области строительства можно классифицировать по области распространения, назначения, условия предоставления и характера потребления (рис. 2.1).

Также показатели качества услуг можно **классифицировать** на:

• **количественные** (время ожидания и предоставления услуги; характеристики оборудования, инструмента, материалов и т.п.; надежность оказания услуги; точность исполнения; полнота; уровень автоматизации и механизации; безопасность; полнота оказания услуги и т.п.);

• **качественные** (вежливость, доступность персонала, чуткость, компетентность, доверие персоналу, уровень профессионального мастерства, эффективность контактов исполнителей и клиентов, искренность и т.п.).

Применительно к конкретным видам услуг номенклатура групп и состав их показателей качества может быть иным или дополнительно расширен в зависимости от целей использования и особенностей услуг.

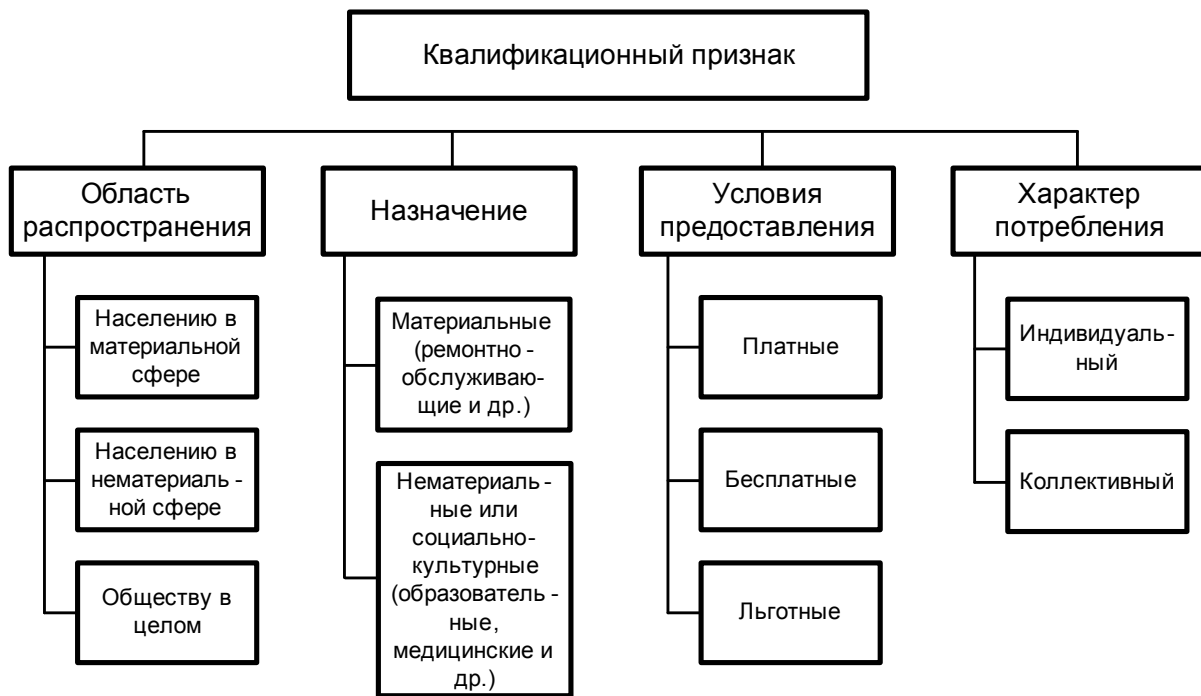


Рис. 2.1. Классификация видов услуг в строительстве

2.2. Определение значений коэффициентов весомости свойств

2.2.1. Классификация методов определения весомости отдельных свойств качества

Одним из основных параметров, необходимых для оценки качества строительных изделий, является коэффициент весомости свойств, который определяет важность данного свойства среди других. Оценка данного показателя может проводиться следующими методами [27]:

1. Стоимостным.
2. Вероятностным.
3. Экспертным.
4. Смешанным.

Стоимостный способ.

Основу этого способа составляет следующая предпосылка: весомость M_j является монотонно возрастающей функцией от аргумента S_j , выражающего денежные или трудовые затраты, необходимые для обеспечения существования j -го свойства. Иначе говоря, если $M_j = \varphi(S_j)$, то

$$\begin{aligned} \text{при } S_j > S_{j-1} \\ M_j > M_{j-1}. \end{aligned}$$

Шлюммер Б.Л. и Канчели В.А. [27] определяют весомость M_j по формуле

$$M_j = \frac{S_j}{\sum_{j=1}^n S_j}. \quad (2.18)$$

Таким образом, весомость свойства оказывается идентичной весомости соответствующих затрат.

В некоторых публикациях понятие «весомость» свойства формально даже отсутствует и заменяется понятием «экономичность».

Верченко В.Р. предлагает определять весомость иным путем [27]. С его точки зрения, для каждого j -го свойства весомость M_j должна вычисляться своим способом. Например, для такого свойства, как «производительность», весомость должна определяться выражением

$$M_j = \frac{q_j}{q_j^{\text{эт}}}, \quad (2.19)$$

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

Несколько иначе предлагает определять весомость Г.Я. Рубин:

$$M_j = \alpha_j + \beta_j, \quad (2.20)$$

где α_j – изменение затрат в производстве при улучшении параметра j на 1 %;

β_j – изменение эксплуатационных затрат в связи с улучшением j -го параметра на 1 %.

Достоинством любой разновидности стоимостного способа определения весомости является его простота. Основное условие применения этого принципа – умение определить затраты на поддержание определенного уровня соответствующего свойства качества.

Но у данного способа есть один существенный недостаток, который заключается в следующем: в силу ряда причин цены подвержены довольно сильным изменениям. Это означает, что при каждом изменении величины S_j должна изменяться и весомость M_j , что довольно часто противоречит реальной действительности.

Сфера применимости стоимостного способа определения весомости должна уточняться в ходе специально проведенных теоретических и экспериментальных исследований.

Вероятностный способ.

Данный способ определения весомости отдельных свойств качества может применяться только к тем продуктам труда, для которых имеется достаточно большое количество модификаций, что позволяет использовать аппарат математической статистики.

Метод базируется на предположении, что среди свойств, определяющих качество любого продукта труда, для каждого j -го свойства всегда можно подобрать хотя бы одно «конкурирующее» j' -е свойство, взаимосвязь между которыми в конечном виде определяется следующими выражениями:

$$\begin{cases} P_j \neq P_j^{\text{эт}}, \\ \text{при } P_{j'} = P_{j'}^{\text{эт}}, \end{cases} \quad (2.21)$$

где $P_j^{\text{эт}}$ и $P_{j'}^{\text{эт}}$ – эталонные значения абсолютных показателей j -го и j' -го свойств качества.

В этих условиях естественно предположить, что любой проектировщик будет стремиться в большей степени приблизить к эталону те свойства, которые он считает более важными. В результате для достаточно большой совокупности проектировщиков среднее значение приближения показателя каждого свойства к соответствующему эталонному значению будет для важных свойств больше, чем для свойств, имеющих меньшее значение. В этом случае среднее значение приближения к эталону может рассматриваться как мера важности каждого свойства M_j .

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

жения абсолютного показателя j -го свойства P_j к эталону $P_j^{\text{эт}}$, то, в соответствии с основной идеей данного метода, можно записать:

$$M_j = F\left[f\left(\frac{P_j}{P_j^{\text{эт}}}\right)\right]. \quad (2.22)$$

Приближенное значение M_j вычисляется как среднее арифметическое при обработке достаточно большого количества проектов, когда субъективные факторы, характерные для каждого проектировщика, нейтрализуются и средняя весомость j -го свойства $\overline{M_j}$, полученная при статистической обработке проектов, достаточно достоверно отражает искомую весомость M_j .

Таким образом, основа метода: **весомость тем выше, чем больше в среднем степень приближения к эталону.**

Исходя из этого принципа, весомость M_j вычисляют по формуле

$$M_j \cong \overline{M}_j = \frac{\sum_{i=1}^r \frac{K_{ji}}{\sum_{j=1}^n K_{ji}}}{r}, \quad (2.23)$$

где r – достаточно большое количество анализируемых проектов одного и того же продукта труда ($i=1, 2, \dots, r$), выполненных разными проектировщиками;

K_{ji} – относительная оценка j -го свойства в i -м проекте, иначе говоря, оценка степени приближения в i -м проекте абсолютного показателя j -го свойства P_j к своему эталонному значению $P_j^{\text{эт}}$.

Достоинство метода заключается в возможности учитывать мнение очень большого числа проектировщиков, не прибегая к непосредственному контакту с ними.

Недостатком метода является сравнительно большая трудоемкость расчетов.

Смешанный способ.

Суть смешанного способа заключается в использовании некоторой комбинации весомостей, полученных различными методами: стоимостным и экспертным, стоимостным и вероятностным, экспертным и вероятностным.

Например, исследователи Г. Сташкова и Ю. Шиф при разработке методики оценки качества жилых домов предварительно, на основе экспертного метода, определили весомости отдельных функциональных свойств квартиры $m_j^{\text{эк}}$. Затем для тех же самых свойств были использованы оценки весомости $m_j^{\text{ст}}$ на основе стоимостного принципа. Итоговая общая весомость M_j вычислялась как линейная комбинация этих двух величин:

$$M_j = \frac{m_j^{\text{эк}} + \beta m_j^{\text{ст}}}{1 + \beta}, \quad (2.24)$$

где β – коэффициент весомости, определяемый экспертным способом.

Экспертный способ.

Этот способ основан на усреднении оценок весомостей, даваемых группой экспертов (см. подразд. 2.2.2). Весомость M_j определяется на его основе в подавляющем большинстве методик оценки качества. Однако незнание теории и правил проведения экспертизы приводит к тому, что допускаются серьезные ошибки.

2.2.2. Экспертные методы определения значимости критериев при оценке уровня качества продукции

2.2.2.1. Общие сведения

Под *экспертом* (от латинского *expert* – опытный) следует понимать физическое лицо, имеющее опыт работы в определенной предметной области, обладающее необходимыми знаниями по рассматриваемому вопросу, а также способное высказать независимое мнение.

Экспертный метод – это решение задач на основе суждения (мнения) высококвалифицированных специалистов в соответствующей области знаний (наука, техника, экономика и т.д.). При экспертной оценке событий (явлений) необходимо: четко сформулировать цель исследования; правильно определить время свершения событий; разработать организацию опроса (интервью) и анкетирования; сформировать группу экспертов; обеспечить взаимную независимость их суждений, исключить влияние авторитета должности или личности и обобщить полученные результаты.

Методы экспертных оценок помогают установить степень сложности и актуальности проблемы, определить основные цели и критерии, выявить важные факторы и взаимосвязи между ними, выбрать предпочтительные альтернативы.

Известны два подхода к использованию экспертов: индивидуальные оценки и групповые [21, 32].

Индивидуальные состоят в том, что каждый эксперт дает оценку независимо от других, а затем с помощью какого-либо приема эти оценки объединяются в одну общую. Индивидуальные экспертные оценки могут быть представлены в виде оценок типа интервью или аналитических записок.

Групповые, или коллективные, методы экспертизы основаны на совместной работе экспертов и получении суммарной оценки от всей группы специалистов в целом.

Проведение экспертных опросов сопряжено с решением ряда сложных задач и проблем, к которым следует отнести [21, 32]:

- 1) достижение конечной цели возможно при проведении комплекса мероприятий, которые требуют разнообразных методов работы с экспертами;
- 2) процесс получения конечной информации требует разделения функций, выполняемых экспертами;
- 3) эксперты, которые участвуют в работе, должны представлять предметную область, т.е. их необходимо подбирать в соответствии с особенностями постановки задачи;
- 4) качественный состав экспертов во многом определяет достоверность конечного результата, поэтому требуется использовать методики отбора специалистов для выполнения работ;

5) подготовка материалов для обеспечения процесса экспертного оценивания должна производиться раньше, чем создана группа экспертов;

6) анализ материалов, полученных от экспертов, существенно зависит от конечной цели экспертизы, поэтому для этой цели используют разнообразные математические методы обработки данных.

Для обеспечения качества получаемой от экспертов информации необходимо предусмотреть наличие:

1) экспертной комиссии из специалистов, профессионально знакомых с объектом экспертизы и имеющих (желательно) опыт работы эксперта;

2) аналитической группы, профессионально владеющей технологией организации и проведения экспертизы, методами получения и анализа экспертной информации;

3) средств обработки информации и организации повторных циклов экспертных опросов.

Основным звеном в процессе проведения экспертного опроса, конечно, является эксперт. Задача эксперта состоит в том, чтобы, используя специальные знания в той или иной области, прошлый опыт и интуицию, применять общие законы и частные закономерности для формирования ответов по поставленной проблеме.

Существует представление об идеальном «портрете» эксперта, имеющем следующие характеристики [21, 32]:

1) креативность – способность решать творческие задачи, метод решения которых пока неизвестен;

2) эвристичность – умение использовать воображение для выделения неочевидных сторон рассматриваемого вопроса, оригинальность в ходе рассмотрения проблемы и нахождения путей ее решения;

3) интуиция – способность делать заключение об исследуемом объекте без осознания пути движения мысли к этому заключению;

4) предикативность – способность предвидеть или предугадывать будущее состояние исследуемого объекта;

5) независимость – способность противопоставлять предубеждениям и массовым мнениям свое собственное мнение;

6) всесторонность – способность видеть проблему с различных точек зрения.

Проблема подбора специалистов на роль эксперта для конкретной задачи однозначно пока не решена, тем не менее существуют подходы при формировании группы в виде экспертной комиссии. Применение каждого подхода во многом зависит от цели экспертного оценивания и условий, в которых находится лицо, отвечающее за подбор экспертов. При использовании какого-либо подхода к отбору экспертов стремятся выяснить априорно их пригодность (полезность) для участия в экспертной комиссии, что выражается весовым коэффициентом, который учитывается в даль-

нейшем. Существуют следующие подходы, которые используют при формировании экспертной комиссии (группы) [21, 32]:

1. *Случайный выбор* предполагает, что все эксперты имеют равные возможности и могут дать ответ на поставленный вопрос.

2. *Выбор по категориям* целесообразен при многоэтапном процессе экспертного оценивания, тогда предпочтение на каждом этапе отдают специалистам, компетентным в определенной предметной области.

3. *Подбор противоположностей*. В тех случаях, когда необходимо учитывать противоположные точки зрения экспертов, нужно подбирать в «команды» экспертов с близкими весовыми коэффициентами, определяющими их компетентность.

4. *Выбор по методу самооценки*. Перед началом экспертного оценивания осуществляется анкетирование с целью формирования коэффициента компетентности каждого претендента в эксперты, учитывающего степень знакомства с проблемой и аргументированность его предложения по решению задачи.

5. *Выбор методом оценки группой*. Осуществляется анкетирование группы экспертов, которые выставляют оценку компетентности каждого претендента в эксперты, затем выводится среднее значение, и отбираются те специалисты, которые получают оценку выше установленного порога значимости

6. *Выбор на основе имеющихся сведений по предыдущей работе* осуществляется в тех случаях, когда имеются результаты работы эксперта в аналогичных опросах.

2.2.2.2. Область применения экспертных оценок

Экспертные оценки применяются [21]:

- для составления перечня возможных событий и определения временного промежутка наступления событий;
- для выявления целей и задач управления с упорядочением их по степени важности;
- для определения альтернативных вариантов решения задачи с оценкой их предпочтительности;
- с целью выявления альтернативного распределения ресурсов для решения задач с оценкой их предпочтительности;
- с целью установления альтернативных вариантов применения решения в определенной ситуации с оценкой их предпочтительности.

2.2.2.3. Основные черты общего упрощенного экспертного метода оценки качества

Основными принципами экспертного метода являются:

- 1) обоснованное применение метода, когда нельзя использовать другие, более объективные методы (аналитические, расчетные);
- 2) исключение факторов, влияющих на искренность суждения экспертов;
- 3) независимость экспертов;
- 4) высокая компетентность экспертов;
- 5) достаточное количество экспертов;
- 6) допустимость математической обработки решений экспертов;
- 7) заинтересованность эксперта в работе.

Цель и сфера применения метода – обеспечить получение количественных оценок качества и интегрального качества различных объектов. Эти оценки должны быть пригодны к использованию как в рамках систем управления качеством, так и при решении частных задач по оценке и стимулированию повышения качества изделий, при выборе лучшего из нескольких разработанных вариантов [21].

Условия применения. Метод предназначен для использования только в тех ситуациях, в которых одновременно соблюдены следующие условия:

1. Наличие одного или нескольких объектов строительства определенного типа.
2. Необходимость получения оценки качества (или интегрального качества) объекта.
3. Отсутствие заранее разработанной квалиметрической методики оценки качества или готовых оценок качества таких же объектов (вычисленные ранее в данной или в других организациях).
4. Необходимость быстрой и с малыми трудозатратами оценки качества объектов.
5. Наличие возможности привлечь к работе по оценке качества 1-2 технических работников на 2-3 дня для выполнения машинописных, чертежных и вычислительных работ; 6-10 специалистов (экспертов) на 4-8 часов для работы в составе экспертной комиссии; 2 специалистов (одновременно) на 2-3 дня (из числа экспертов) для организации работы на всех этапах определения оценки качества объектов.

Если не соблюдено хотя бы одно из числа вышперечисленных условий, то настоящий метод применять не следует.

Эффективность применения. Получаемые на основе этого метода оценки качества дают возможность не только сопоставлять различные объекты аналогичного типа, но и вычислять, насколько один объект лучше или хуже другого. Они также обеспечивают сопоставимость качества объектов разного типа.

2.2.2.4. Организация работы экспертной комиссии

Для реализации процедуры экспертного оценивания необходимо сформировать группу экспертов. Общим требованием при формировании группы экспертов является эффективное решение проблемы экспертизы. Эффективность решения проблемы определяется характеристиками достоверности экспертизы и затрат на нее. Достоверность экспертного оценивания может быть определена только на основе практического решения проблемы и анализа ее результатов.

Достоверность экспертизы зависит от количества экспертов в группе и качества экспертов [32...34]. На рис. 2.2 представлен график экспериментальных данных, устанавливающих монотонное возрастание достоверности с увеличением количества экспертов в группе. Достоверность экспертизы существенно зависит от качества экспертов, особенно от их компетентности. Можно утверждать, что достоверность групповой экспертизы есть монотонно возрастающая функция средней групповой самооценки компетентности, которая определяется как среднее арифметическое значение самооценок группы экспертов. На рис. 2.3 приведен график экспериментальных данных, подтверждающих монотонно возрастающую зависимость между достоверностью экспертизы и уровнем групповой самооценки компетентности. На графике по оси абсцисс отмечены три уровня групповой компетентности: высокая (В), средняя (С), низкая (Н).

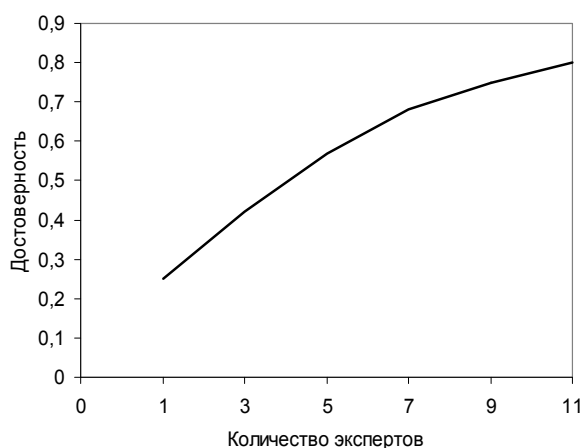


Рис. 2.2. Зависимость достоверности от количества экспертов

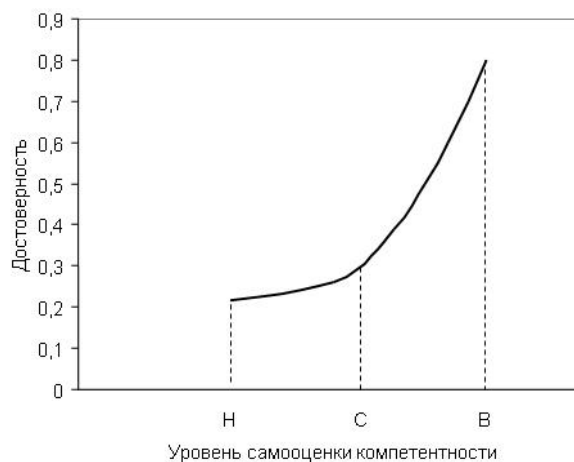


Рис. 2.3. Зависимость достоверности от уровня самооценки компетентности экспертов

Использование экспертов как раз и обусловлено тем, что отсутствуют какие-либо другие способы получения информации. Поэтому оценка достоверности экспертизы может осуществляться, как правило, только по апостериорным (послеопытным) данным. Если экспертиза проводится систематически с примерно одним и тем же составом экспертов, то появляется возможность накопления статистических данных по достоверности

работы группы экспертов и получения устойчивой числовой оценки достоверности.

Эту оценку можно использовать в качестве априорных данных о достоверности группы экспертов для последующих экспертиз. Достоверность группового экспертного оценивания зависит от общего числа экспертов в группе, долевого состава различных специалистов в группе, от характеристик экспертов.

Определение характера зависимости достоверности от перечисленных факторов – это еще одна проблема процедуры подбора экспертов. Сложной проблемой процедуры подбора является формирование системы характеристик эксперта, существенно влияющих на ход и результаты экспертизы. Эти характеристики должны описывать специфические свойства специалиста и возможные отношения между людьми, влияющие на экспертизу. Важным требованием к характеристикам эксперта является измеримость этих характеристик. Еще одна проблема – это организация процедуры подбора экспертов, т.е. определение четкой последовательности работ, выполняемых в процессе подбора экспертов, и необходимых ресурсов для их реализации. Максимальное число экспертов в группе проверяется на ограничение по финансовым ресурсам. Определив зависимость между достоверностью, количеством экспертов и расходами на оплату, группа управления представляет руководству эту информацию и формулирует возможные альтернативы решений. Такими альтернативами могут быть либо снижение достоверности результатов экспертного оценивания до уровня, обеспечивающего выполнение ограничения по расходам на оплату экспертов, либо сохранение исходного требования на достоверность экспертизы и увеличение расходов на оплату экспертов. Следующим этапом работы по подбору экспертов является составление предварительного списка экспертов. При составлении этого списка проводится анализ качеств экспертов. Кроме учета качеств экспертов, определяются их местонахождение и возможности участия выбранных специалистов в экспертизе. При оценке качеств учитывается мнение людей, хорошо знающих кандидатов в эксперты. После составления списка экспертов им направляются письма с приглашением участвовать в экспертизе.

В письмах объясняется цель проведения экспертизы, указываются ее сроки, порядок проведения, объем работы и условия вознаграждения. К письмам прилагаются анкеты данных эксперта и самооценки компетентности. Получив ответы экспертов, группа управления составляет окончательный список группы экспертов. После составления и утверждения списка экспертам посылается сообщение о включении их в состав экспертной группы. Если экспертное оценивание производится методом анкетирования, то одновременно с уведомлением о включении в экспертную группу всем экспертам высылаются анкеты с необходимыми инструкциями для ее

заполнения. Сообщением экспертам о включении их в экспертную группу заканчивается работа по подбору экспертов.

Проведение опроса экспертов (анкетирование) является эффективным и самым распространенным видом опроса. Анкетирование заключается в заполнении экспертами опросных листов-анкет. Серьезного внимания требует подбор вопросов (признаков), которые желательно включить в анкету. Различают три вида вопросов, по которым дается экспертная оценка:

1. Вопросы, ответы на которые содержат количественную оценку.
2. Вопросы, требующие содержательного ответа в сжатой форме.
3. Вопросы, требующие содержательного ответа в развернутой форме.

Пример такой группировки вопросов приведен в табл. 2.5.

Анкетирование может быть очным и заочным. Недостаток очного анкетирования – возможность влияния анкетирующего руководителя (члена группы управления) на ответы эксперта. Недостаток заочного анкетирования – в возможности неправильного истолкования вопросов экспертом, затяжки в ответах и т.п. Достоинство заочного анкетирования – простота его организации, возможность привлекать без больших затрат экспертов, живущих в разных городах, и т.п. Кроме анкет-вопросников, экспертам должна быть дана пояснительная записка, имеющая целью предопросную ориентировку экспертов и содержащая информацию о целях экспертизы, задачах опроса, объектах экспертизы, необходимые организационные сведения и инструкцию по заполнению анкет, в которой приводятся примеры порядка и способа заполнения.

Т а б л и ц а 2.5

Виды и типы вопросов

Вид вопроса	Тип вопроса	Пример
1	2	3
Вопрос, ответ на который содержит количественную оценку	Оценивающий: время наступления некоторого события, вероятность осуществления события количественное значение прогнозируемой характеристики объекта влияние факторов друг на друга по некоторой шкале	Когда будет создан первый опытный образец объекта? Какова вероятность того, что к 2014 г. будет создан объект с заданными характеристиками? Каково будет максимальное значение прогнозируемой характеристики объекта к 2014 г.? Оцените по десятибалльной шкале вклад каждой из рассматриваемых теорий в решение проблемы
Вопрос, требующий содержательного ответа в сжатой форме	Вариантный (выбирается альтернатива)	Какой принцип использования объекта является наиболее эффективным для решения поставленной задачи в период с 2012 по 2014 г.: А, или В, или С, или ...?

Окончание табл. 2.5

1	2	3
		Какие из перечисленных ниже методов будут применяться в период с 2012 г. по 2014 г.: А, или В, или С, или ...? Какие из перечисленных ниже изменений в структуре объекта произойдут, если будет осуществлен принцип А, или В, или С, или ...?
Вопрос, требующий содержательного ответа в развернутой форме	Требующий ответа в виде: перечня сведений об объекте перечня аргументов, которые подтверждают тезис, содержащийся в вопросе	Каковы характерные особенности объекта? Каковы ваши доводы в пользу целесообразности развития объекта?

В состав комиссии должны входить достаточно компетентные специалисты, чья эрудиция в вопросах оценки качества продукции должна быть значительно выше среднего уровня.

Компетентность – это всестороннее знание экспертом объекта и методов оценивания его характеристик [30, 31]. Для определения показателя компетентности $K_{\text{ком}}$ используют обычно три составляющие:

1) самооценку, когда эксперт дает себе оценку сам, например, в баллах или научными заслугами, научными трудами, административной деятельностью $K_{\text{ком}}^C$;

2) взаимооценку, когда эксперта оценивают другие эксперты (обычно средние из их оценок) $K_{\text{ком}}^B$;

3) тестирование по хорошо известным характеристикам качества продукции.

Для количественной оценки компетентности используют такую формулу:

$$K_{\text{ком}} = 0,4K_{\text{ком}}^C + 0,6K_{\text{ком}}^B. \quad (2.25)$$

Необходимо, чтобы при этом определении $K_{\text{ком}}^C$ и $K_{\text{ком}}^B$ проводилось в едином интервале – от 0 до 1 или от 0 до 100.

Считается, что число членов комиссии не должно быть менее 6 (чтобы обеспечить достаточную точность выносимых комиссией оценок) и более 10 (чтобы чрезмерно не увеличивать трудоемкость работы).

Согласованность мнений экспертов характеризуется преимущественно несмещенной оценкой дисперсии отчета (среднего квадратичного отклонения).

Такая оценка производится на этапе формирования группы экспертов измерений. Обычно используется несколько объектов измерений, которые в зависимости от их важности расставляются по шкале порядка или,

что то же самое, производится ранжирование объектов по выбранной шкале.

За меру согласованности экспертов при этом принимается коэффициент конкордации ω [35, 36]:

$$\omega = \frac{12s}{n^2(m^3 - m) - n \sum_1^n T_j}, \quad (2.26)$$

где S – сумма квадратов отклонений рангов каждого объекта от среднего арифметического;

n – число экспертов;

m – число объектов;

$T_j = \Sigma(t_j^3 - t_j)$; t_j – число одинаковых рангов в j -м ранжировании.

При $\omega = 0$ можно считать, что согласованности нет, а при $\omega = 1,0$ – полное единодушие.

Значимость коэффициента конкордации оценивают по χ^2 :

$$\chi^2 = \omega \cdot m(n - 1). \quad (2.27)$$

Если $\chi^2 > \chi^2_{\text{табл}}$, то показатель ω значим с установленной вероятностью. Значения $\chi^2_{\text{табл}}$ приведены в табл. 2.6.

Т а б л и ц а 2.6

Значения квантиля χ^2 -распределения при различном числе степеней свободы

Доверительная вероятность P	Значения $\chi^2_{\text{табл}}$ при различных значениях $n-1$										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,99	6,6	9,2	11,3	13,3	15,1	16,8	18,5	20,1	21,7	23,2	24,7
0,95	3,8	6,0	7,8	9,5	11,1	12,6	14,1	15,5	16,9	18,3	19,7

Пример. Определить степень согласованности мнений 5 экспертов при ранжировании объектов. Результаты ранжирования 7 объектов этими экспертами приведены в табл. 2.7.

Т а б л и ц а 2.7

Результаты ранжирования

Номер объекта	Номера экспертов					Сумма рангов	Отклонение от среднего арифметического	Квадрат отклонения от среднего арифметического
	1	2	3	4	5			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	3	4	3	4	2	16	-4	16
2	4	2	2	3	3	14	-6	36
3	2	3	4	2	4	15	-5	25

Окончание табл. 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	6	6	5	6	6	29	9	81
5	1	1	1	1	1	5	-15	225
6	5	5	6	5	5	26	6	36
7	7	7	7	7	7	35	15	225
$R_{cp}=140/7=20$								644

Решение:

1. Находим среднее арифметическое рангов:

$$R_{cp}=(16+14+15+29+5+26+35)/7=20.$$

2. Определяем сумму квадратов отклонения от среднего арифметического:

$$S=644.$$

3. Находим коэффициент конкордации:

$$\omega=12*644/25(343-7)=0,92.$$

4. Для величины $W=0,92$ степень согласованности можно принять вполне удовлетворительной.

Если согласованность недостаточная, то проводят тренировки, разбор ошибок и повторяют оценку меры согласованности.

Желательно, чтобы для оценок однотипной продукции экспертная комиссия формировалась из постоянных экспертов и членов рабочей группы. Это связано с тем, что в процессе работы относительно постоянной комиссии накапливается опыт работы, происходит обучение ее членов, вырабатываются общие подходы и принципы, а это повышает эффективность работы экспертной комиссии.

В состав экспертной комиссии входят председатель и его заместитель, которые обеспечивают руководство работой комиссии и отвечают за завершение ее в установленный срок.

Организаторы, эксперты и технические работники, отобранные для работы в комиссии, утверждаются в ее составе соответствующим приказом. В этом же приказе определяются цели и сроки работы комиссии, а также ее материальное и организационное обеспечение. Приказ издается, как правило, не позднее чем за неделю до начала работы комиссии.

Результаты работы комиссии (в виде вспомогательных материалов) представляются председателем на утверждение лицу, назначившему комиссию.

2.2.2.5. Технология работы эксперта

Рациональное использование информации, полученной от экспертов, возможно при условии придания ей формы, удобной для дальнейшего анализа, направленного на подготовку и принятие решений. Возможности формализации информации зависят от специфических особенностей исследуемого объекта, надежности и полноты имеющихся данных, уровня принятия решения. Форма представления экспертных данных зависит и от принятого критерия, на выбор которого, в свою очередь, существенное влияние оказывает специфика исследуемой проблемы. Формализация информации, полученной от экспертов, должна быть направлена на подготовку решения таких технико-экономических и хозяйственных задач, которые не могут быть в полной мере описаны математически, поскольку являются «слабоструктурированными», т.е. содержат неопределенности, связанные не только с измерением, но и самим характером исследуемых целей, средств их достижения и внешних условий. При анализе перспектив необходимо не только представить в виде косвенных оценок часть информации, не поддающуюся количественному измерению, и не только выразить с помощью таких оценок количественно измеримую информацию, о которой в момент подготовки решения нет достаточно надежных данных. Самое важное – формализовать эту информацию так, чтобы помочь принимающему решение выбрать из множества действий одно или несколько, предпочтительное в отношении некоторого критерия. Если эксперт в состоянии сравнить и оценить возможные варианты действий, приписав каждому из них определенное число, значит, он обладает определенной системой предпочтений. В зависимости от того, по какой шкале могут быть заданы эти предпочтения, экспертные оценки содержат больший или меньший объем информации и обладают различной способностью к формализации. Исследуемые объекты или явления можно опознавать или различать на основе признаков или факторов. Фактор – это множество, состоящее по крайней мере из двух элементов, отражающих различные уровни некоторых подлежащих рассмотрению величин. Уровень одних факторов может быть выражен количественно (в рублях, процентах, килограммах и т.д.) – такие факторы называются количественными. Уровень других нельзя выразить с помощью числа, их называют качественными. Факторы условно разделяют на дискретные и непрерывные. Дискретными являются факторы с определенным, обычно небольшим, числом уровней. Факторы, уровни которых рассматриваются как образующие непрерывное множество, называют непрерывными. В зависимости от целей и возможностей анализа одни и те же факторы могут трактоваться или как дискретные, или как непрерывные.

В экспертных методах формализация информации производится с помощью различных шкал [23, 28, 29, 37, 38].

Шкала порядка (шкала рангов) дает возможность упорядочить (ранжировать) оцениваемые объекты так, что они будут расположены в определенном порядке возрастания (или убывания) величины какого-то признака, присущего этим объектам. При этом расстояние между объектами в ранжировке не определяется и не учитывается.

Получаемые ранжированием ряды размеров, например, вида

$$Q_1 > Q_4 > Q_2 > Q_3 > Q_5 \dots \text{ или } Q_3 < Q_2 < Q_1 < Q_5 < Q_4 \dots$$

представляют собой шкалы порядка. В первом случае имеем шкалу возрастающего порядка, а во втором – шкалу убывающего порядка.

С целью облегчения измерений по шкале порядка часто некоторые выбранные размеры фиксируют в качестве опорных, которым присваиваются числовые безразмерные величины, называемые баллами.

Недостаток шкал порядка состоит в том, что сопоставляются и ранжируются между собой размеры, численные значения которых остаются неизвестными. Результатом сопоставления и ранжирования является сам ранжированный ряд. Кроме того, полученная информация является малоэффективной, т.к. нельзя определить, во сколько раз один размер больше или меньше другого.

Эксперты могут выражать свое мнение тремя способами:

- 1) непосредственным измерением;
- 2) ранжированием;
- 3) сопоставлением.

При непосредственных измерениях оценка приводится в заданных единицах: в баллах, нормо-часах, рублях и т.д. Непосредственное измерение весовых коэффициентов в интервале от 0 до 1, когда их сумма

$$\sum_{j=1}^m M_j = 1, \text{ проводится по шкале интервалов.}$$

Значение коэффициентов весомости определяется по формуле

$$M_j = \frac{\sum_{i=1}^n G_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m G_{ij}}, \quad (2.28)$$

где n – количество экспертов;

m – число коэффициентов весомости;

G_{ij} – коэффициент весомости j -го объекта, данный i -ым экспертом.

Пример.

По табл. 2.7 рассчитываем коэффициенты весомости.

Решение

$$M_1=16/140=0,114;$$

$$M_2=14/140=0,100;$$

$$M_3=15/140=0,107;$$

$$M_4=29/140=0,207;$$

$$M_5=5/140=0,036;$$

$$M_6=25/140=0,186;$$

$$M_7=35/140=0,250.$$

Проверяем условие $\sum_{j=1}^7 M_j = 1$

Ранжирование состоит в расстановке в порядке предпочтения по важности или весомости. Места в такой расстановке называются рангом.

В соответствии с данным примером ранжированный ряд будет выглядеть следующим образом:

$$M_5 < M_2 < M_3 < M_1 < M_6 < M_4 < M_7.$$

Сопоставление объектов бывает последовательным и попарным.

В случае последовательного сопоставления результат оценки качества эксперты представляют в виде ранжированного ряда. В этом случае численное определение оценок экспертов состоит в следующем:

1. Все объекты оценки (изделия, свойства) нумеруются произвольно.
2. Эксперты ранжируют объекты по шкале порядка.
3. Ранжированные ряды объектов, составленные экспертами, сопоставляются.

Место объекта в ранжированном ряду называется его рангом. Численное значение ранга в ряду возрастающей шкалы порядка увеличивается от 1 до m (m – количество оцениваемых объектов).

4. Определяются суммы рангов каждого из объектов экспертной оценки.

5. На основании полученных сумм рангов строят обобщенный ранжированный ряд.

6. Вычисляются обобщенные экспертные оценки качества рассматриваемых объектов экспертизы, т.е. коэффициенты их весомости.

Последовательное сопоставление позволяет откорректировать ранжированный ряд, уточнить положение каждого объекта.

Пример. Пусть пять экспертов о семи объектах экспертизы Q составили такие ранжированные ряды по возрастающей шкале порядка:

$$\text{эксперт № 1} - Q_5 < Q_3 < Q_2 < Q_1 < Q_6 < Q_4 < Q_7;$$

$$\text{эксперт № 2} - Q_5 < Q_3 < Q_2 < Q_6 < Q_4 < Q_1 < Q_7;$$

$$\text{эксперт № 3} - Q_3 < Q_2 < Q_5 < Q_1 < Q_6 < Q_4 < Q_7;$$

$$\text{эксперт № 4} - Q_5 < Q_3 < Q_2 < Q_1 < Q_4 < Q_6 < Q_7;$$

$$\text{эксперт № 5} - Q_5 < Q_3 < Q_1 < Q_2 < Q_6 < Q_4 < Q_7.$$

Решение

В данном примере $m=7$.

Суммы рангов каждого из объектов в рассматриваемом примере таковы:

$$Q_1 - 4+6+4+4+3= 21;$$

$$Q_2 - 3+3+2+3+4=15;$$

$$Q_3 - 2+2+1+2+2=9;$$

$$Q_4 - 6+5+6+5+6= 28;$$

$$Q_5 - 1+1+3+1+1=7;$$

$$Q_6 - 5+4+5+6+5= 25;$$

$$Q_7 - 7+7+7+7+7=35.$$

Обобщенный ранжированный ряд для нашего примера имеет вид:

$$Q_5 < Q_3 < Q_2 < Q_1 < Q_6 < Q_4 < Q_7$$

Коэффициенты весомости определяются по формуле

$$M_j = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{i,j}}{\sum_{i=1, j=1}^{n,m} Q_{i,j}}, \quad (2.29)$$

где n – количество экспертов;

m – число оцениваемых показателей;

$Q_{i,j}$ – коэффициент весомости j -го показателя в рангах (баллах), который дал i -й эксперт.

Расчеты по формуле (2.29) для рассматриваемого примера дают следующие результаты:

$$M_1=21/140=0,15;$$

$$M_2=15/140=0,11;$$

$$M_3=9/140=0,06;$$

$$M_4=28/140=0,2;$$

$$M_5=7/140=0,005;$$

$$M_6=25/140=0,18;$$

$$M_7=35/140=0,25.$$

Таким образом,

$$\sum_{j=1}^7 M_j = 1.$$

Анализируя полученные экспертным методом оценки качества, можно указать не только, какой объект лучше или хуже других, но и насколько.

Попарное сопоставление самое простое и наиболее оправданное с технологической точки зрения. Предпочтение при этом выражается указанием номера предпочтительного объекта.

При этом способе эксперт получает таблицу (табл. 2.8), в которой по вертикали и горизонтали проставлены номера объектов экспертизы (показателей качества). Эксперту необходимо проставить в каждой клетке, относящейся двум сравниваемым объектам (показателям), номер того объекта (показателя), который он считает наиболее важным.

Т а б л и ц а 2.8

Объекты экспертизы

Номер объекта	1	2	3	4	5	6
1	X					
2	-	X				
3	-	-	X			
4	-	-	-	X		
5	-	-	-	-	X	
6	-	-	-	-	-	X

При попарном сопоставлении используется только верхняя часть таблицы. Расчет весовых коэффициентов производится по формуле

$$M_j = \sum_{i=1}^n \frac{F_{ij}}{n}, \quad (2.30)$$

где F_{ij} – частота предпочтения i -м экспертом j -го объекта, которая определяется следующим образом:

$$F_{ij} = \frac{N_{ij}}{C}; \quad (2.31)$$

здесь N_{ij} – число предпочтений i -м экспертом j -го объекта экспертизы;

C – общее число суждений одного эксперта, связанное с числом объектов экспертизы m соотношением

$$C = m(m - 1)/2. \quad (2.32)$$

Пример. Мнения четырех экспертов о четырех объектах экспертизы представлены в табл. 2.9-2.12. По сумме предпочтений каждого объекта экспертизы построить ранжированный ряд, являющийся результатом многократного измерения. Определить весомость членов ряда.

Т а б л и ц а 2.9

Мнение 1-го эксперта

Номер объекта	1	2	3	4
1	X	1	3	1
2		X	3	2
3			X	3
4				X

Т а б л и ц а 2.10

Мнение 2-го эксперта

Номер объекта	1	2	3	4
1	X	1	1	1
2		X	3	2
3			X	4
4				X

Т а б л и ц а 2.11

Мнение 3-го эксперта

Номер объекта	1	2	3	4
1	X	1	3	1
2		X	2	2
3			X	3
4				X

Т а б л и ц а 2.12

Мнение 4-го эксперта

Номер объекта	1	2	3	4
1	X	1	1	1
2		X	3	2
3			X	3
4				X

Решение:

1. Число предпочтений i -м экспертом j -го объекта экспертизы:

$$N_{1,1} = 2; N_{2,1} = 3; N_{3,1} = 2; N_{4,1} = 3;$$

$$N_{1,2} = 1; N_{2,2} = 1; N_{3,2} = 2; N_{4,2} = 1;$$

$$N_{1,3} = 3; N_{2,3} = 1; N_{3,3} = 2; N_{4,3} = 2;$$

$$N_{1,4} = 0; N_{2,4} = 1; N_{3,4} = 0; N_{4,4} = 0.$$

2. Общее число суждений одного эксперта

$$C = \frac{m(m-1)}{2} = \frac{4(4-1)}{2} = 6.$$

3. Частота предпочтения i -м экспертом j -го объекта экспертизы F_{ij} :

$$F_{1,1} = \frac{2}{6} = 0,33; F_{2,1} = \frac{3}{6} = 0,5; F_{3,1} = \frac{2}{6} = 0,33; F_{4,1} = \frac{3}{6} = 0,5;$$

$$F_{1,2} = \frac{1}{6} = 0,17; F_{2,2} = \frac{1}{6} = 0,17; F_{3,2} = \frac{2}{6} = 0,33; F_{4,2} = \frac{1}{6} = 0,17;$$

$$F_{1,3} = \frac{3}{6} = 0,5; F_{2,3} = \frac{1}{6} = 0,17; F_{3,3} = \frac{2}{6} = 0,33; F_{4,3} = \frac{2}{6} = 0,33;$$

$$F_{1,4} = \frac{0}{6} = 0; F_{2,4} = \frac{1}{6} = 0,17; F_{3,4} = \frac{0}{6} = 0; F_{4,4} = \frac{0}{6} = 0.$$

4. Весовой коэффициент j -го объекта экспертизы, по общему мнению всех экспертов:

$$M_1 = \frac{1}{4} \left(\frac{2}{6} + \frac{3}{6} + \frac{2}{6} + \frac{3}{6} \right) = \frac{10}{24};$$

$$M_2 = \frac{1}{4} \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{2}{6} + \frac{1}{6} \right) = \frac{5}{24};$$

$$M_3 = \frac{1}{4} \left(\frac{3}{6} + \frac{1}{6} + \frac{2}{6} + \frac{2}{6} \right) = \frac{8}{24};$$

$$M_4 = \frac{1}{4} \left(\frac{0}{6} + \frac{1}{6} + \frac{0}{6} + \frac{0}{6} \right) = \frac{1}{24}.$$

5. Сумма рангов

$$\sum_{j=1}^m M_j = \frac{10}{24} + \frac{5}{24} + \frac{8}{24} + \frac{1}{24} = \frac{24}{24} = 1.$$

6. Ранжированный ряд объектов экспертизы имеет вид: №4; №5; №3; №1 равноценны.

Существует еще одна разновидность попарного сопоставления. Каждый i -й объект также сопоставляется с другими j -ми объектами. При этом если i -й объект признается качественнее, то это обозначается цифрой 1, противоположная оценка обозначается -1 , а равнокачественные объекты отмечаются в таблице цифрой 0 (нуль).

В таком случае сопоставительная таблица оценок одного эксперта, например, шести объектов исследования будет иметь следующий вид (табл. 2.13).

Т а б л и ц а 2.13

Сопоставительная таблица оценок эксперта

Объект	1	2	3	4	5	6	Итого
1	0	1	0	1	1	1	4
2	-1	0	-1	0	-1	1	-2
3	1	1	0	-1	1	1	3
4	-1	-1	-1	0	-1	-1	-5
5	1	1	1	1	0	1	5
6	1	-1	1	-1	1	0	1

Из табл. 2.13 видно, что предпочтительные оценки данного эксперта получили объекты в такой последовательности: №5, №3 и №1. Предпочтительным в данном случае является объект №5.

Данные о предпочтениях всех экспертов группы суммируются, и рассчитываются обобщенные предпочтения одних объектов над другими, т.е. рассчитывается экспертный показатель качества объекта в виде его частоты предпочтений. Далее расчет ведется аналогично предыдущему способу.

Для повышения надежности попарного сопоставления проводят так называемое двойное сопоставление, когда каждая пара сопоставляется дважды. Например, начинают сопоставление второго с 3, 4, 5, 6, 7, 1; третьего с 4, 5, 6, 7, 1, 2 и т.д. При таком сопоставлении удастся избежать ошибки и выявить экспертов с низким уровнем компетенции. При двойном попарном сопоставлении $C=m(m-1)$.

Определение весоности единичных показателей качества можно производить по результатам общей оценки качества продукции с использованием экспертных оценок (метод разности медиан).

Применение метода разности медиан рекомендуется для группы экспертов, имеющих недостаточную квалификацию или информированность в области изучения свойств рассматриваемой продукции [31]. При использовании данного метода для оценки значимости единичных показателей качества экспертам нет необходимости знать и ранжировать отдельные показатели качества продукции. Экспертам предлагается сравнить несколько вариантов одноименной продукции и оценить их в условных единицах, например в баллах по пятибалльной шкале. Затем определяют фактические значения выбранных заранее единичных показателей качества продукции. Вычисляют средние значения единичных показателей качества продукции и обозначают текущие результаты знаком «+», если они окажутся лучше среднего, и знаком «-», если хуже среднего. При кодировании необходимо учитывать разделение единичных показателей на позитивные и негативные. Все обозначения представляют в виде кодированной матрицы.

Затем строят диаграмму рассеивания, на которой по оси абсцисс размещают обозначения каждого из показателей, а по оси ординат для каждого из вариантов продукции откладывают соответствующие величины экспертных оценок (b_i) на двух уровнях – «+» и «-» (рис. 2.4). Далее находят медианы точек на уровнях «+» и «-» и абсолютную разницу между значениями медиан (медиана – значение признака, которое делит всю совокупность, представленную в виде вариационного ряда, на две равные по числу вариантов части). Коэффициенты весоности показателей качества рассчитывают по формуле

$$M_i = \frac{\Delta a_i}{\sum_{i=1}^n \Delta a_i}, \quad (2.33)$$

где Δa_i – абсолютная разность медиан на уровнях «+» «-» для i -го единичного показателя качества;

n – число единичных показателей качества.

Приведем пример применения метода разности медиан для определения весомости показателей качества пластиковых окон различных производителей. В табл. 2.14 приведены экспертные оценки по пятибалльной шкале и фактические значения показателей качества пяти вариантов пластиковых окон.

Т а б л и ц а 2.14

Результаты оценки пяти вариантов пластиковых окон

Номер объекта	Экспертная оценка качества b_i , баллы	Показатели качества			
		X_1	X_2	X_3	X_4
1	5	0,62	27	0,48	3,5
2	4	0,62	27	0,47	3,3
3	3	0,61	27	0,41	3,3
4	2	0,61	26	0,35	3,2
5	1	0,61	27	0,35	3,1
Среднее		0,614	26,8	0,412	3,28
<i>Кодированная матрица показателей</i>					
1	5	+	+	+	+
2	4	+	+	+	+
3	3	-	+	-	+
4	2	-	-	-	-
5	1	-	+	-	-
$(a_i)^+$		4,5	3,5	4,5	4
$(a_i)^-$		2	2	2	1,5
$\Delta a_i = (a_i)^+ - (a_i)^-$		2,5	2	2	1,5
M_i		0,28	0,16	0,28	0,28

На основании анализа фактических средних значений составлена кодированная матрица показателей (знаком «+» обозначены показатели, значения которых лучше средних, знаком «-» – показатели, значения которых хуже средних). По данным этой матрицы построена точечная диаграмма рассеивания (рис. 2.4) и найдены значения медиан на уровнях «+» $(a_i)^+$ и «-» $(a_i)^-$. Затем по формуле (2.33) рассчитаны коэффициенты весомости единичных показателей качества.

Существенно значимыми в рассматриваемом примере являются показатели, для которых $M_i > 1/n = 1/6 = 0,17$. Такими показателями оказались сопротивление теплопередаче, коэффициент светопропускания, воздухопроницаемость.

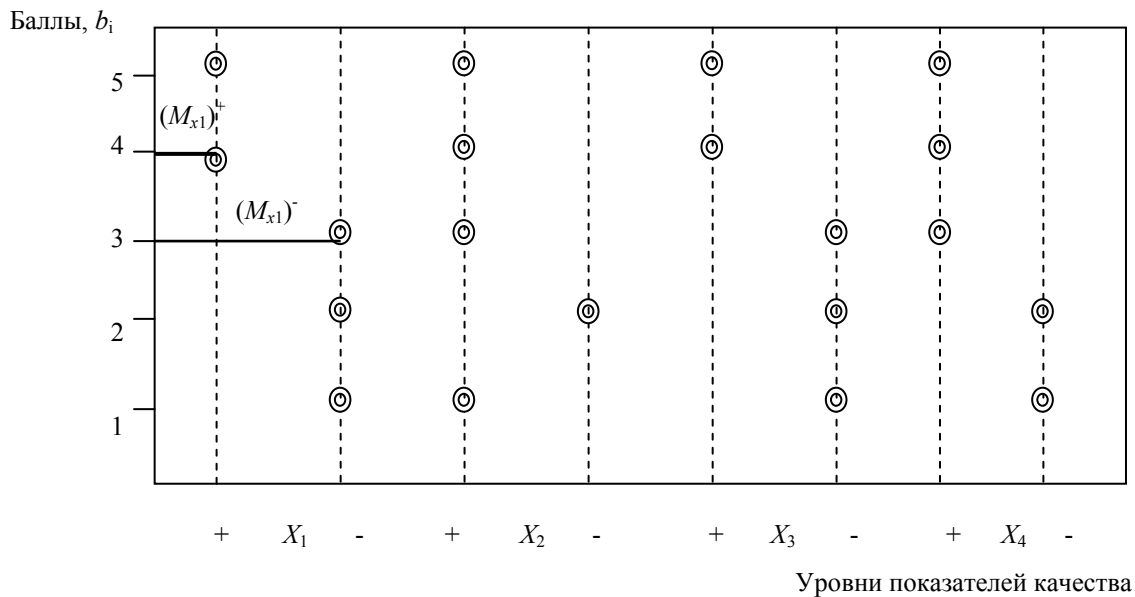


Рис. 2.4. Точечная диаграмма рассеивания показателей качества пластиковых окон

Пример. Применение экспертной оценки в рамках априорного ранжирования факторов.

Экспертные методы широко используются не только при оценке показателей качества продукции, но и при проведении научно-исследовательских работ. Рассмотрим пример использования экспертной оценки на первой стадии экспериментальной работы при планировании эксперимента, когда из большого числа факторов нужно выделить наиболее важные для дальнейшего изучения и отсеять остальные.

На стадии предварительного изучения объекта исследования при формализации априорных сведений иногда полезно проведение психологического эксперимента, заключающегося в объективной обработке данных, полученных в результате опроса специалистов или из исследований, опубликованных в литературе. Такой эксперимент позволяет правильно спроектировать объект исследования, принять или отвергнуть некоторые предварительные гипотезы, дать сравнительную оценку влияния различных факторов на параметры оптимизации и тем самым правильно отобрать факторы для последующего активного эксперимента, обоснованно исключив некоторые из них из дальнейшего рассмотрения. При решении подобных задач можно использовать метод априорного ранжирования факторов.

В соответствии с ГОСТ 20026–80 «Исследовательские испытания. Планирование эксперимента. Термины и определения» априорное ранжирование факторов – метод, основанный на упорядочении экспертами множества факторов по убыванию (или возрастанию) их важности, суммированию рангов факторов и выборе наиболее значимых факторов путем рассмотрения суммарного ранжирования.

Факторы, которые согласно априорной информации могут иметь существенное влияние, ранжируются в порядке убывания вносимого ими вклада. Вклад каждого фактора оценивается по величине ранга – места, которое отведено исследователем (специалистом при опросе, автором статьи и т.п.) данному фактору при ранжировании всех факторов с учетом их предполагаемого (количественно неизвестного) влияния на параметры оптимизации. При сборе мнений путем опроса специалистов каждому из них предлагается заполнить анкету, в которой перечислены факторы, их размерность и предполагаемые интервалы варьирования. Заполняя анкету, специалист определяет место факторов в ранжированном ряду. Одновременно он может включить дополнительные факторы или высказать мнение об изменении интервалов варьирования. Результаты опроса специалистов (или ранжирования по литературным данным) обрабатываются следующим образом. Сначала определяют сумму рангов по факторам $\left(\sum_1^n a_{ij} \right)$, а затем разность (Δi) между суммой каждого фактора и средней суммой рангов и суммой квадратов отклонений (s):

$$\Delta i = \sum_1^n a_{ij} - \frac{\sum_1^m \sum_1^n a_{ij}}{m} = \sum_1^n a_{ij} - T, \quad (2.34)$$

$$s = \sum_1^n (\Delta i)^2, \quad (2.35)$$

где a_{ij} – ранг каждого i -го фактора у j -го исследователя;
 n – число исследователей;
 m – число факторов;
 T – средняя сумма рангов.

Полученные данные позволяют построить среднюю априорную диаграмму рангов.

Гипотеза о наличии согласия исследователей может быть принята, если при заданном числе степеней свободы табличное значение χ^2 меньше расчетного для 5 %-го уровня значимости.

Оценив согласованность мнений всех исследователей, строят среднюю диаграмму рангов, откладывая по одной оси факторы, а по другой – соответствующие суммы рангов. Чем меньше сумма рангов данного фактора, тем выше его место на диаграмме. С помощью последней оценивается значимость факторов. В случае неравномерного экспоненциального убывания распределения часть факторов можно исключить из дальнейшего рассмотрения, отнеся их влияние к шумовому полю. Если же распределение равномерное, то в эксперимент рекомендуется включать все факторы.

В ситуациях с очень большим числом факторов, кроме общей согласованности мнений исследователей, рассматривают с помощью χ^2 -распределения и согласованность по каждому фактору в отдельности.

Построение средней априорной диаграммы рангов по известным литературным данным полезно с той точки зрения, что она, по существу, является сокращенным литературным обзором по объекту исследования.

Остановимся на особенностях априорного ранжирования факторов. В промышленности строительных материалов в процессе некоторого исследования на стадии предварительного изучения объекта исследования были опрошены четыре специалиста, которые знакомы с изучаемой технологией ($m = 4$). Данные опросы были использованы для априорного ранжирования факторов с целью выделения наиболее существенных из них. Проводился опрос с помощью анкеты, содержащей 10 факторов ($k = 10$), которые нужно было проранжировать с учетом степени их влияния на разрушающую нагрузку керамического кирпича. Были рассмотрены факторы, которые характеризовали условия изготовления материала, а именно:

1. Точность дозирования.
2. Время гомогенизации.
3. Влажность смеси.
4. Время формования.
5. Давление прессования.
6. Гладкость матрицы.
7. Температура сушки.
8. Время сушки.
9. Температура обжига.
10. Время обжига.

Матрица рангов, полученная из анкет, приведена в табл. 2.15.

Рассчитаем коэффициент конкордации:

$$\omega = \frac{12 \cdot 1829}{25 (1000 - 10) - 5 \cdot 25} = 0,89.$$

Т а б л и ц а 2.15

Матрица рангов

Исследова- тели (m)	Факторы ($k=10$)										$T_j = \sum (t_j^3 - t_j)$
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	
1	3	8,5	8,5	1	10	2	7	4,5	6	4,5	6+6=12
2	3	7	8	1,5	10	1,5	9	4	5,5	5,5	6+6=12
3	3	8	6	1,5	9	1,5	10	6	6	4	24+6=30
4	2,5	8,5	6	1	10	2,5	8,5	5	4	7	6+6=12
5	4	6,5	9	2	8	1	10	6,5	3	5	6
$\sum_1^m a_{ij}$	15,5	38,5	37,5	7	47	8,5	44,5	26	24,5	26	$\sum_1^4 T = 275$
Δi	-12	11	10	-20,5	19,5	-19	17	-1,5	-3	-1,5	
$(\Delta i)^2$	144	121	100	420,25	380,25	361	289	2,25	9	2,25	$S=1829$

Так как величина коэффициента конкордации существенно отличается от нуля, можно считать, что между мнениями исследователей имеется существенная связь. Тем не менее исследователи неодинаково ранжируют факторы (найденное значение ω заметно отличается от единицы).

Значимость коэффициента конкордации проверяли по χ^2 -критерию с учетом формулы

$$\chi^2 = \frac{12 \cdot 1829}{5 \cdot 10(10+1) - \frac{1}{10-1} \cdot 275} = 42,25.$$

Из справочной литературы находим, что для 5 %-го уровня значимости при числе степеней свободы $f = 10-1 = 11$ $\chi^2 = 19,75$. В связи с тем, что табличное значение χ^2 -критерия меньше расчетного, можно с 95 %-й доверительной вероятностью утверждать, что мнения исследователей относительно степени влияния факторов согласуются в соответствии с коэффициентом конкордации $\omega = 0,89$. Это позволяет построить среднюю диаграмму рангов для рассматриваемых факторов (рис.2.5).

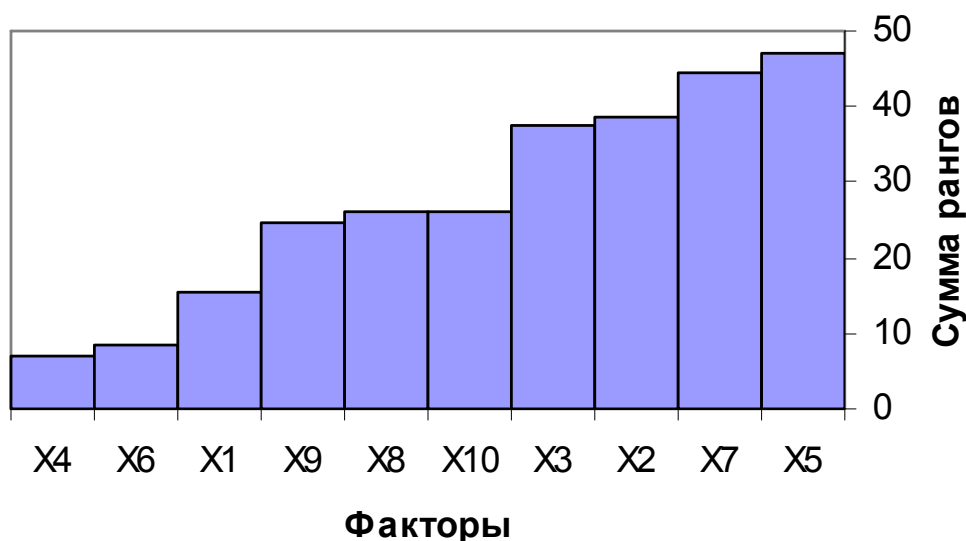


Рис. 2.5. Средняя априорная диаграмма

Из диаграммы видно, что распределение – равномерное, убывание – немонотонное.

По результатам проведенного психологического эксперимента было отобрано для дальнейших исследований восемь факторов, занимающих по диаграмме восемь первых мест.

2.2.3. Применение экспертного метода для оценки уровня качества продукции

2.2.3.1. Последовательность проведения экспертизы

Экспертная комиссия может осуществлять упрощенную оценку в следующей последовательности [21].

Первый этап. Формирование экспертной комиссии.

Второй этап. Разработка вспомогательных материалов. Осуществляется только при отсутствии в распоряжении комиссии таких материалов и только один раз на всю группу объектов одного типа и заключается в:

- 1) составлении дерева свойств;
- 2) определении коэффициентов весомости;
- 3) определении значений базовых и экстремальных абсолютных показателей свойств.

Третий этап. Оценка качества проекта. Осуществляется в отдельности для каждого объекта и заключается в:

- 1) определении значения абсолютных показателей свойств;
- 2) определении значений относительных показателей свойств.

2.2.3.2. Составление дерева свойств

Дерево свойств – это графическое представление разложения сложного свойства «качество» на совокупность простых единичных свойств, осуществляемое в виде последовательного многоуровневого подразделения каждого более сложного свойства на группу менее сложных.

Работы по составлению дерева свойств выполняются в два этапа. На первом этапе организаторами непосредственно составляется дерево свойств.

Второй этап заключается в проверке экспертами правильности построенного организаторами дерева свойств и внесении при необходимости соответствующих уточнений и исправлений.

Существуют следующие правила построения дерева свойств [21]:

1) *Правило первое* (интегральное качество определяется качеством и экономичностью). Для подавляющего большинства объектов любого типа дерево свойств с 0-го по 3-й уровень включительно имеет один и тот же вид, показанный на рис. 2.6. Исключением могут являться только некоторые объекты, применительно к которым свойство «эстетичность» не имеет смысла, например наружные инженерные сети.

2) *Правило второе* (деление до полного дерева). Дерево для объектов любого типа должно «ветвиться» (т.е. сложные свойства должны подразделяться на менее сложные свойства) до тех пор, пока во всех группах свойств, находящихся на правом краю дерева, не останутся только простые (которые уже нельзя разделить) или квазипростые свойства. Иначе говоря,

до тех пор, пока дерево не станет полным. Пример группы, включающей только простые свойства, приведен на рис. 2.7.

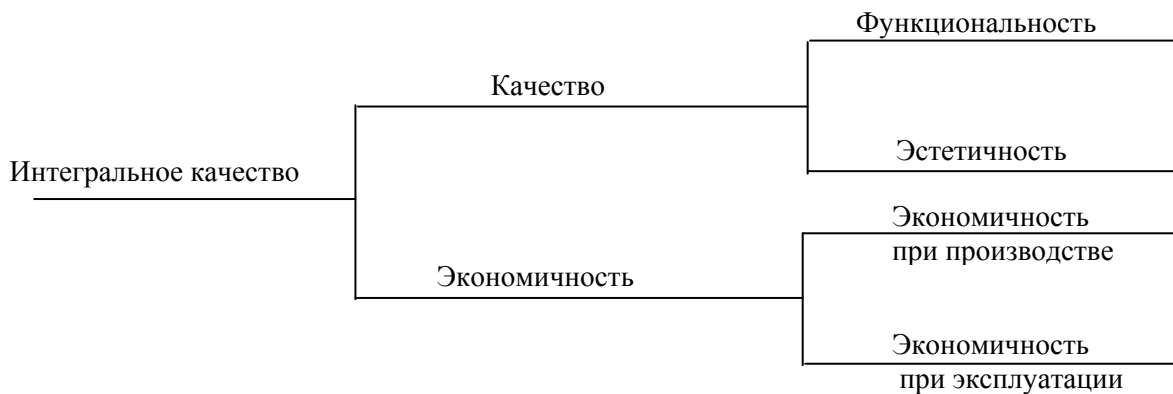


Рис. 2.6. Свойства первых двух уровней дерева, общие для подавляющего большинства типов объектов строительства



Рис. 2.7. Пример деления до простых свойств

3) *Правило третье* (потребительская направленность дерева). Для каждого сложного свойства имеется несколько различных признаков, с помощью которых оно может быть разделено на группу эквивалентных свойств (свойства, эквивалентные по своему влиянию на удовлетворение какой-то потребности). Но из всех возможных признаков такого рода надо выбирать только те признаки, которые имеют потребительскую направленность, т.е. отражают удовлетворение потребности с помощью оцениваемого объекта.

Например, неправильно было бы делить свойство «функциональность жилого помещения» так, как показано на рис. 2.8, а.

В данном случае только свойство «планировка» имеет явный потребительский характер. Материалы же и конструкции имеют для потребителя значение не сами по себе, а только в том отношении, в котором они позволяют обеспечить большое удобство (комфортабельность) или большую надежность (прочность, капитальность) жилого помещения.

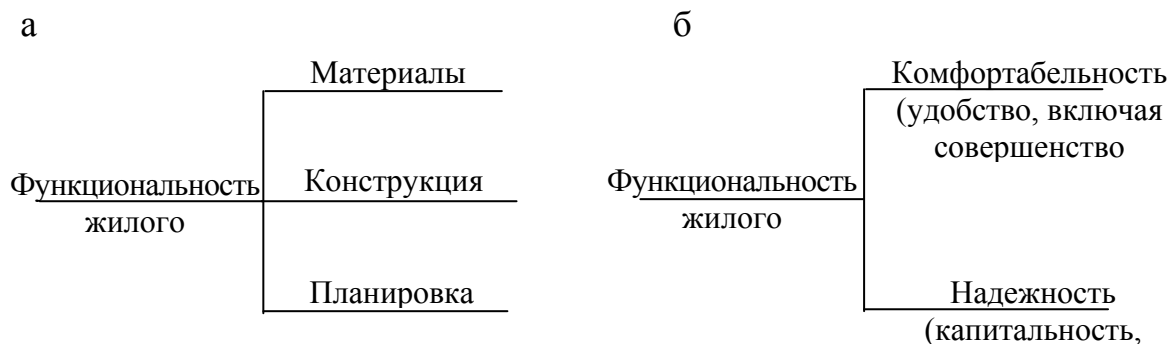


Рис. 2.8 Деление сложного свойства:
а – правильно; б – неправильно

Правильнее разделить свойство «функциональность» так, как показано на рис. 2.8, б.

4) *Правило четвертое* (деление по равному основанию). При делении любого сложного свойства на группу эквисатисных свойств признак, по которому осуществляется это деление, должен быть единым для всех свойств данной группы. Например, в группе, представленной на рис. 2.8,а, правило деления по равному основанию нарушено.

Так, для свойства «удобство для персонала» признаком деления является категория людей, находящихся в столовой. Для свойства «микроклимат в обеденном зале» признак деления – характер факторов, влияющих на удобство пребывания в обеденном зале. А для свойства «высота вестибюля» признаком деления является характер факторов, определяющих габаритные размеры вестибюля. Таким образом, в группе свойств, приведенной на рис. 2.9, а, вместо одного имеется целых три признака деления, что явно недопустимо.

Поэтому, чтобы соблюсти правило деления по равному основанию, необходимо неверный пример, показанный на рис. 2.9, а, заменить верным (рис. 2.9, б).

5) *Правило пятое* (одновременное существование свойств в группе). Эквисатисные свойства, составляющие группу свойств, должны быть такими, чтобы оцениваемый объект в каждый момент времени мог одновременно обладать всеми этими свойствами. Соответственно и признак деления должен выбираться с учетом удовлетворения этому правилу. Например, во фрагменте дерева, приведенном на рис. 2.10, а, это правило нарушено: понятно, что верхнее покрытие пола в коридоре административного здания не может быть одновременно линолеумным, паркетным и дощатым. Оно может быть только из какого-то одного материала. А это означает, что признак деления здесь выбран неправильно.



Рис. 2.9. Построение дерева свойств:
а – неправильно; б – правильно

Сходный по характеру, но уже правильный пример деления на группу эквисатисных свойств приведен на рис. 2.10, б, где все свойства, составляющие группу, могут существовать одновременно.

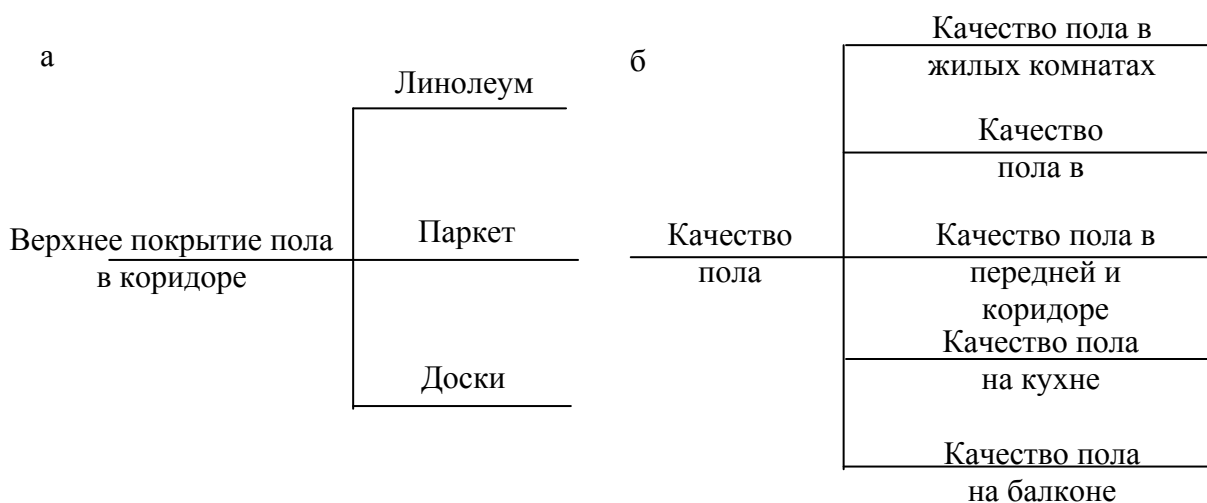


Рис. 2.10. Выбор признака деления:
а – неправильно; б – правильно

6) *Правило шестое* (необходимость и достаточность числа свойств в группе). Каждое сложное свойство должно делиться на такую эквисатисную группу свойств, число и характер которых удовлетворяют требованиям необходимости и достаточности.

Кроме того, что признак деления должен быть единым (правило четвертое), он еще должен выбираться так, чтобы обеспечивалось одновременное существование свойств в группе (правило пятое).

Требование необходимости означает, что в группу должны включаться только те свойства, которые необходимы для обеспечения эквисатисности со сложным свойством (необходимы для того, чтобы определить это сложное свойство). Например, во фрагменте дерева на рис. 2.11 это требование не выполнено, так как если известны площадь и один из горизонтальных линейных размеров помещения (например ширина), то другой горизонтальный линейный размер (длина) уже не является свойством, необходимым для того, чтобы судить о горизонтальных размерах помещения, а это означает, что он не является необходимым для обеспечения эквисатисности сложного свойства с группой свойств.



Рис. 2.11. Пример нарушения требования необходимого числа свойств

Требование достаточности означает, что в группе должны быть представлены все те свойства, которыми может определяться соответствующее эквисатисное сложное свойство. Например, во фрагменте дерева, приведенном на рис. 2.12, требование достаточности не удовлетворено: для того чтобы судить о размерах помещения, недостаточно знать только его длину и ширину, а надо знать также высоту.

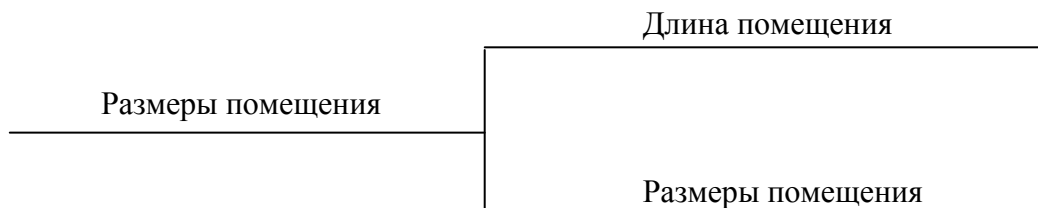


Рис. 2.12. Пример нарушения правила достаточности

Поэтому правильным делением свойства «размеры помещения», удовлетворяющим одновременно требованиям необходимости и достаточности, является то, которое показано на рис. 2.13.

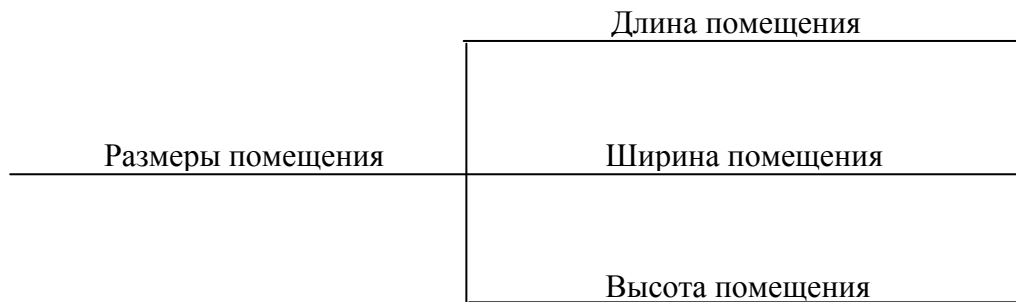


Рис. 2.13. Пример правильного деления сложного свойства, удовлетворяющего требованиям необходимости и достаточности

7) *Правило седьмое* (минимум свойств в группе). В большинстве ситуаций при оценке качества дерева свойств является рабочим инструментом, которым пользуются эксперты. С учетом психологических возможностей эксперта желательно, чтобы в группе было минимальное число свойств (в идеале – два свойства). С этой точки зрения, фрагмент дерева, изображенный на рис. 2.13, целесообразно трансформировать так, чтобы путем введения в дерево еще одного уровня обеспечить нахождение в каждой группе не более двух свойств. Характер вносимых с этой целью корректировок легко обнаруживается при сравнении рис. 2.13 с рис. 2.14.



Рис. 2.14. Пример построения фрагмента дерева свойств с минимальным числом свойств в группе

9) *Правило восьмое* (приведение к последнему уровню). Число уровней, которые необходимо при этом использовать в дереве, может быть различным для разных сложных свойств. Поэтому при построении дерева свойств нужно поступить следующим образом. Построить дерево с учетом восьми изложенных выше правил. Затем определить самый «высокий» (т.е. имеющий самый большой номер m) уровень, на котором оказалась группа каких-то простых свойств, и до этого уровня вытянуть линии («ветки дерева») всех остальных простых и квазипростых свойств, которые

оказались на других, более «низких» уровнях. Характер такой операции для фрагмента дерева виден на рис. 2.14 (свойство «высота помещения» вытянуто до последнего уровня, на котором находятся простые свойства «ширина» и «длина»).

Для построения дерева свойств необходимо сначала описать ситуацию оценивания.

Ситуация оценивания – это слабоформализованное описание условий существования и использование изделия, достаточное для разработки дерева свойств или другого алгоритма оценивания качества.

Это описание состоит из следующих этапов:

1) определяется однородность групп потребителей и указывается на тех из них, с чьих позиций будет проведено оценивание качества;

2) определяется однородность группы объектов, подлежащих оцениванию, этапы существования этих объектов, в течение которых главную роль играют различные свойства объектов. Устанавливаются особые условия, в которых происходит эксплуатация объектов оценивания;

3) определяются лучшие объекты, предназначенные для выполнения тех же функций, что и объекты оценивания, с которыми может быть проведено сопоставление;

4) определяется цель оценивания, то есть решения, принятые при тех или иных значениях комплексной оценки качества в отношении объекта оценивания.

Для того чтобы перейти к составлению дерева свойств, необходимо выбрать экспертов и предложить им список из простых свойств для данного изделия (частные показатели). Экспертам необходимо было отнести все эти частные показатели к тем или иным комплексным показателям S_i предпоследнего уровня дерева свойств, которое предварительно было составлено «начерно».

Мерой принадлежности частных показателей к той или иной группе S_i служит число A , зависящее от числа экспертов, которые включили данные показатели в соответствующие группы. Значение числа A носит название «уровня согласованности экспертов в отношении объекта α ». Объект α – частный показатель.

$$A = \frac{n(\alpha)}{n}, \quad (2.36)$$

где $n(\alpha)$ – число экспертов, включивших показатель α в группу S_i ;
 n – общее число экспертов.

Для того чтобы включить показатель α в обобщенную группу S_0 , нужно выбрать критическое значение числа A – $A_{\text{крит}}$, достижение или превышение которого ведет к включению объекта α в группу S_{0i} . $A_{\text{крит}}$ не должно принимать значений ниже 0,5, но может находиться в пределах от

0,66 (менее ответственные задачи) до 1 (в наиболее ответственных задачах). Таким образом, рассчитывая значение уровня согласованности для каждого показателя в группах S_i , следует найти те же показатели, при которых $A(\alpha) > A_{\text{крит}}$. Эти показатели и составят согласованную группу S_{0i} . Результаты этого этапа представляются в виде таблицы. Приняв $A_{\text{крит}} = 0,66$, получим обобщенные группы путем исключения частных показателей с уровнем согласованности $A < A_{\text{крит}}$. Частные показатели, вошедшие в обобщенные группы, также заносятся в таблицу. Далее необходимо проверить, насколько группировка каждого эксперта совпадает с полученной обобщенной группой S_{0i} . В этом случае мерой согласованности индивидуальной группировки j -го эксперта с группой S_{0i} будет число β , показывающее долю тех показателей из этой индивидуальной группировки, которые входят в обобщенную группу S_{0i} .

$$\beta = \frac{m_j(S_{0i})}{m_j}, \quad (2.37)$$

где $m_j(S_{0i})$ – число объектов, входящих в обобщенную группу из индивидуальной;

m_j – общее число объектов в j -й индивидуальной группировке.

Индивидуальная экспертная группировка будет выпадающей, если $\beta \leq 0,8$ (в более ответственных задачах) или $\beta \leq 0,5$ (в менее ответственных задачах).

Результаты этого этапа также представляются в виде таблицы.

Если некоторые из представленных группировок будут являться спорными, то необходимо проверить, изменятся ли обобщенные группировки при исключении названных группировок. Если обобщенные группировки не изменятся, то нет необходимости вновь рассчитывать показатели согласованности индивидуальных групп и повторять построение согласованных группировок.

Пример. Составление дерева свойств для бетонной смеси (предмет оценивания). Выбрав 4 эксперта, предложим им список из 11 простых свойств для данного строительного изделия (частные показатели):

- 1) прочность при сжатии бетона;
- 2) трещиностойкость;
- 3) прочность арматуры;
- 4) водонепроницаемость;
- 5) морозостойкость;
- 6) средняя плотность;
- 7) отклонение по длине изделия;
- 8) отклонение по ширине изделия;
- 9) отклонение по толщине изделия;
- 10) отклонение от прямолинейности;
- 11) отклонение от плоскостности.

Экспертам необходимо было отнести все эти частные показатели к тем или иным комплексным показателям предпоследнего уровня дерева свойств, которое предварительно было составлено «начерно». Обозначим эти показатели:

S_1 – механические свойства;

S_2 – физические свойства;

S_3 – геометрия формы;

S_4 – пропорции.

Эксперты обозначены $\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2, \mathcal{E}_3, \mathcal{E}_4$.

Результаты этого этапа представлены в табл. 2.16.

Т а б л и ц а 2.16

Таблица сопоставлений

Комплексные показатели	\mathcal{E}_1	\mathcal{E}_2	\mathcal{E}_3	\mathcal{E}_4
S_1	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3
S_2	4, 5, 6	4, 5, 6	4, 5, 6	4, 5, 6
S_3	7,8,9	7, 8,10	7,8,9	7,8,9
S_4	10, 11	9,11	10, 11	10, 11

Далее рассчитывается значение уровня согласованности для каждого показателя в группах S_i и находятся показатели, при которых $A(\alpha) > A_{\text{крит}}$. Эти показатели и составят согласованную группу S_{0i} . Результаты этого этапа представлены в табл. 2.17.

Т а б л и ц а 2.17

Значения уровня согласованности

Обобщенные показатели	Значения уровня согласованности для единичных показателей качества
S_1	(1)-1,0; (2)-1,0; (3)-1,0
S_2	(4)-1,0; (5)-1,0; (6)-1,0
S_3	(7)-1,0; (8)-1,0; (9)-0,75; (10)-0,25
S_4	(10)-0,75; (11)-1,0; (9)-0,25

Приняв $A_{\text{крит}}=0$, 66, находим обобщенные группы путем исключения частных показателей с уровнем согласованности $A < A_{\text{крит}}$. Частные показатели, вошедшие в обобщенные группы, внесены в табл. 2.18. Как видно из табл. 2.18, группы $S_9, S_{12}, S_{14}, S_{15}, S_{16}, S_{17}, S_{18}, S_{19}$ далее участвовать в рассмотрении не будут.

Т а б л и ц а 2.18

Согласованные группы

Обобщенные показатели	Значения уровня согласованности для единичных показателей качества
S_{02}	(1)-1,0; (2)-1,0; (3)-1,0
S_{03}	(4)-1,0; (5)-1,0; (6)-1,0
S_{04}	(7)-1,0; (8)-1,0; (9)-0,75
S_{06}	(10)-0,75; (11)-1,0

Теперь необходимо проверить, насколько группировка каждого эксперта совпадает с полученной обобщенной группой S_{0i} .

Результаты этого этапа приведены в табл. 2.19.

Т а б л и ц а 2.19

Обобщённые группировки

	S_1	S_2	S_3	S_4
\mathcal{E}_1	1,0	1,0	1,0	1,0
\mathcal{E}_2	1,0	1,0	0,67	0,5
\mathcal{E}_3	1,0	1,0	1,0	1,0
\mathcal{E}_4	1,0	1,0	1,0	1,0

Принимая $\beta_{\text{крит}} = 0,5$, приходим к выводу, что «спорной» является группировка \mathcal{E}_2 в группах S_4 .

Поскольку даже при исключении названной группировки обобщенные группировки S_{04} не изменятся, что легко проверить, то нет необходимости вновь рассчитывать показатели согласованности индивидуальных групп и повторять построение согласованных группировок.

Таким образом, ограничений для построения дерева свойств нет. Пример построения полного дерева свойств для железобетонных плит балконов и лоджий представлен на рис. 2.15.

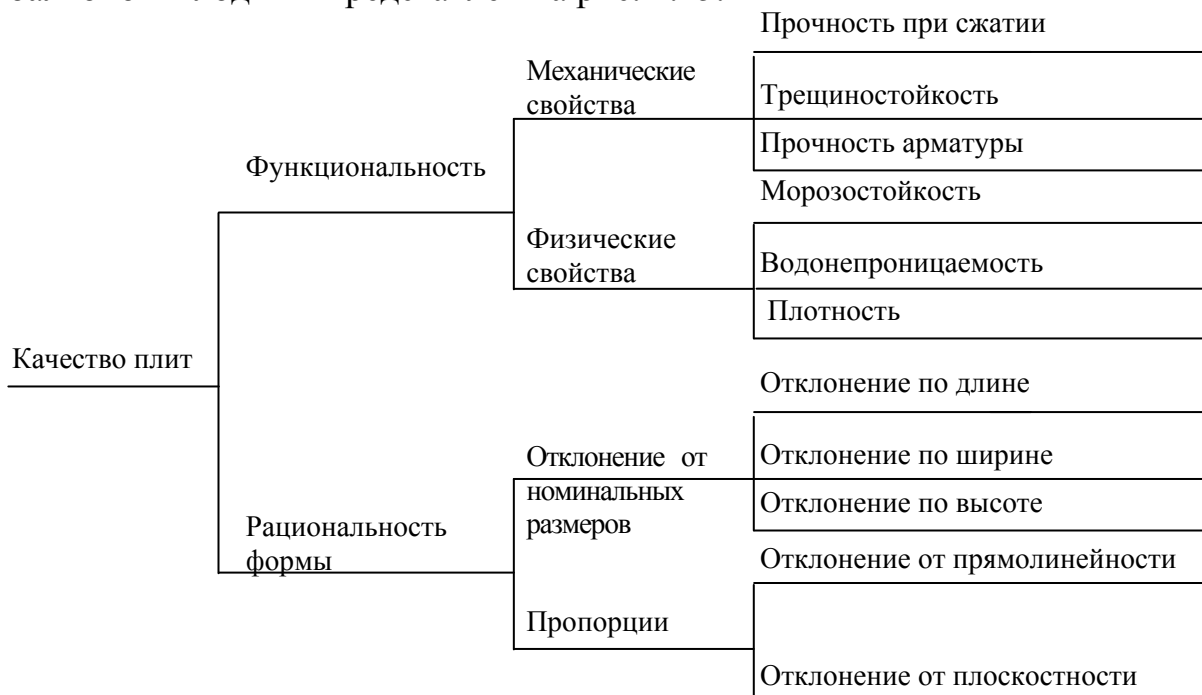


Рис. 2.15. Дерево свойств для железобетонных плит балконов и лоджий

2.2.3.3. Определение коэффициентов весомости свойств

С точки зрения влияния на комплексную оценку качества проекта отдельные свойства, включаемые в дерево, неравнозначны по своей относительной весомости (важности). Отсюда и возникает необходимость учета этих различий в относительной важности отдельных свойств с помощью так называемых коэффициентов весомости M .

Окончательно исправленное и согласованное с экспертами дерево передается техническим работникам для подготовки документации, необходимой для определения коэффициентов весомости всех свойств, включенных в дерево. Технические работники вычерчивают дерево на большом листе бумаги (размером в несколько склеенных стандартных листов ватмана). Размеры изображенного дерева должны быть такими, чтобы на вертикальном расположенном листе эксперты могли различать название каждого свойства с расстояния около 2 м.

Одновременно с вычерчиванием дерева технические работники нумеруют все его простые, квазипростые и сложные свойства в порядке, указанном на рис. 2.16.

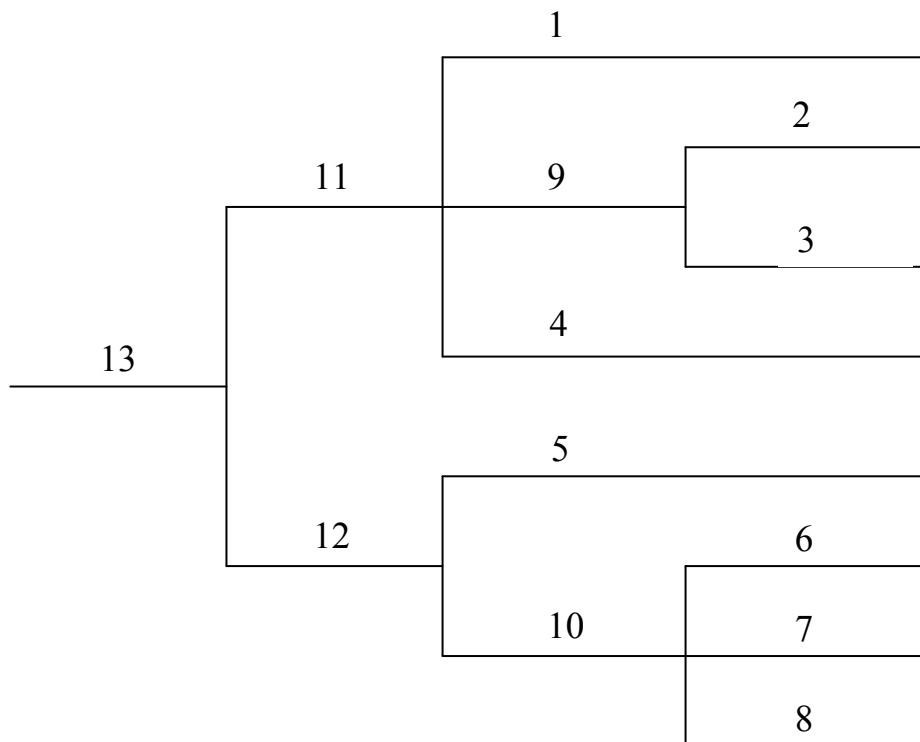


Рис. 2.16. Последовательность нумерации свойств

Коэффициенты весомости могут определяться аналитическим (неэкспертным) и экспертным методами в следующем порядке:

1) организаторы, анализируя исправленное и согласованное с экспертами дерево, определяют группы тех его свойств, коэффициенты весомо-

сти M которых могут быть определены аналитически, неэкспертным методом (обычно таких свойств бывает очень мало);

2) экспертным методом определяются коэффициенты весомости M всех остальных свойств дерева (не вошедших в число свойств, упомянутых выше);

3) технические работники аналитическим методом определяют коэффициенты весомости M свойств.

Экспертный метод определения значений групповых нормированных коэффициентов весомости M

Технические работники подготавливают индивидуальные анкеты № 1 для определения каждым экспертом групповых ненормированных коэффициентов весомости M'' (табл. 2.20).

Т а б л и ц а 2.20

Анкета № 1

Номера свойств	Групповые ненормированные коэффициенты весомости M''	
	Тип 1	Тип 2
2	60	-
3	100	-
6	100	100
7	20	25
8	50	50
1	100	-
9	100	-
4	30	-
5	100	100
10	15	20
11	100	-
12	100	-

Все свойства в анкете располагаются только по группам в соответствии с их группировкой на дереве свойств (см. рис. 2.16).

Например, сначала идут свойства 2, 3, а не свойство 1, которое входит в другую группу свойств более низкого уровня (свойства 1, 9, 4).

В эти анкеты включаются только те группы свойств, значения коэффициентов весомости которых не могут быть определены аналитическим методом.

Число подготовленных анкет должно быть на единицу больше числа экспертов, назначенных в комиссию (так как один из двух организаторов, обычно заместитель председателя комиссии, тоже участвует в опросе в качестве эксперта).

Технические работники подготавливают также одну сводную анкету. Форма такой анкеты приведена для семи экспертов и дерева свойств, показанного на рис. 2.16. В эту анкету (так же, как и в индивидуальные анкеты) включаются только те группы свойств, величины коэффициентов весомости которых, по мнению организаторов, не могут быть определены аналитическим методом.

Ведущий (функции которого исполняет один из организаторов, обычно председатель комиссии) рассаживает экспертов за столами в один или в два ряда достаточно компактной группой. В соответствии с их расположением в группе каждый эксперт нумеруется числами 1, 2 и т.д. Номер, присвоенный эксперту, определяет порядок, в котором эксперты дают свои ответы.

Перед группой экспертов на расстоянии не более 1,5-2 м на вертикальной, хорошо видимой плоскости закрепляется лист с изображением дерева. Между этим листом и экспертами за отдельным столом располагается ведущий, в обязанности которого входит непосредственное руководство процедурой экспертного опроса, одновременно технический работник вносит даваемые экспертами ответы в сводную анкету. При этом желательно, чтобы сводная анкета также была видна всем экспертам.

Ведущий предлагает экспертам независимо друг от друга (т.е. без общения между собой) дать количественную оценку групповым ненормированным коэффициентам весомости M'' свойств каждой группы (в соответствии с деревом на рис. 2.16 и индивидуальной анкетой).

Групповые ненормированные коэффициенты весомости M'' должны назначаться с учетом того влияния, которое, по мнению данного эксперта, оказывают отдельные, входящие в группу свойства на соответствующее эквисатисное, более сложное свойство предыдущего уровня. Например, применительно к дереву, изображенному на рис. 2.16, коэффициенты весомости для свойств 2 и 3 (M''_2, M''_3) должны назначаться с учетом влияния этих свойств на соответствующее эквисатисное им, более сложное свойство 9.

Значение группового ненормированного коэффициента весомости M'' для каждого свойства может изменяться от 0 (свойство абсолютно не имеет значения) до 100 % (свойство самое важное).

Эксперты определяют ненормированные коэффициенты весомости M'' следующим способом.

Из числа свойств, входящих в группу, эксперт определяет, с его точки зрения, наиболее важное и присваивает ему групповой ненормированный коэффициент весомости M'' , равный 100 %. Эта цифра, так же, как и последующее значение групповых ненормированных коэффициентов весомости M'' , заносится в графу «Гур 1» напротив соответствующего свойства в индивидуальной анкете.

Из оставшихся в группе свойств эксперт снова выбирает, с его точки зрения, наиболее важное и, сравнивая его со свойством, получившим оценку 100 %, назначает ему в процентах такой групповой ненормированный коэффициент весомости M'' , который показывает, во сколько раз это свойство менее важно. Если, с точки зрения эксперта, два или более свойства в группе имеют одинаковую важность, им назначаются одинаковые групповые ненормированные коэффициенты весомости M'' .

После того как ведущий убедится, что каждый эксперт проставил в своей индивидуальной анкете значения групповых ненормированных коэффициентов весомости M'' для первой группы рассматриваемых свойств, он предлагает всем экспертам в порядке присвоенных им номеров по очереди назвать значения этих коэффициентов. Одновременно технический работник заносит эти значения в сводную анкету (в графу «Тур 1»).

Далее ведущий анализирует назначенные экспертами количественные оценки с точки зрения максимальной величины расхождения между отдельными оценками. Если значения групповых ненормированных коэффициентов весомости одних и тех же свойств, назначенных отдельными экспертами, отличаются друг от друга незначительно (в пределах до 20 %), то определение коэффициентов весомости ограничивается первым туром и для свойств данной группы процедура экспертного опроса на этом заканчивается. После этого ведущий предлагает экспертам перейти к определению групповых ненормированных коэффициентов весомости свойств, входящих в следующие по порядку расположения в анкете группы свойств того же уровня, затем группы свойств предыдущего уровня и т.д., вплоть до группы свойств первого уровня.

Если в ходе первого тура опроса расхождение между крайними значениями одного и того же группового ненормированного коэффициента весомости, назначенными разными экспертами, превышает примерно 20 %, ведущий устраивает краткое обсуждение. Для этого он предлагает экспертам, назначившим наиболее отличающиеся от общей массы значения групповых ненормированных коэффициентов весомости, кратко изложить причины, по которым они назначили эти значения коэффициентов M'' . Цель подобного краткого обсуждения – дать экспертам дополнительную информацию, которая у некоторых из них до выступления других экспертов возможно отсутствовала. Затем ведущий прекращает обсуждение и назначает второй тур экспертного опроса, проводимый в таком же порядке, как и первый. Результаты этого тура заносятся в индивидуальные и сводную анкеты в графу «Тур 2».

Если дерево достаточно разветвлено (имеет больше пяти уровней или больше 60 простых свойств), имеет смысл проводить экспертный опрос не точно в том порядке, в котором отдельные группы свойств помещены в анкету, а в порядке, позволяющем экспертам сначала рассмотреть все

свойства, которыми определяется одно из сложных свойств первого уровня, затем все свойства, влияющие на другое сложное свойство этого же уровня, и т.д.. Например, применительно к рис. 2.16 свойства должны рассматриваться экспертами в таком порядке: 2, 3; 1, 9, 4; 6, 7, 8; 5, 10; 11, 12.

Подобный порядок опроса облегчает задачу экспертов, так как им в этом случае приходится рассматривать близкие по характеру свойства.

По окончании экспертного определения групповых ненормированных коэффициентов вычисляются их средние арифметические (по всем экспертам) значения по данным первого тура (для тех групп свойств, по которым проводился только один тур опроса) или по данным второго тура (если проводилось два тура). Полученные данные заносятся в соответствующие графы сводной анкеты (табл. 2.21).

Пример. Семь экспертов для одного из свойств, входящих в группу, назначили следующие значения ненормированного коэффициента весомости M'' , %: 60, 50, 70, 60, 55, 70, 65. Тогда среднее по всем 7 экспертам значение ненормированного коэффициента весомости для этого свойства составит:

$$M'' = \frac{60 + 50 + 70 + 60 + 55 + 70 + 65}{7} = \frac{430}{7} = 61,4.$$

Затем определяется сумма Σ всех средних групповых ненормированных коэффициентов весомости \bar{M}'' в группе. Например, если средние по всем экспертам значения групповых ненормированных коэффициентов весомости трех свойств в группе (см. рис.2.16) составляют $M_1''=95\%$, $M_9''=81\%$, $M_4''=100\%$, то $\Sigma M'' = 95 + 81 + 100 = 276\%$. Полученные результаты заносятся в сводную анкету.

Далее определяются групповые нормированные коэффициенты весомости M' по формуле $M' = \bar{M}'' / \Sigma \bar{M}''$.

Например,

$$M'_1 = 95 / 276 = 0,35;$$

$$M'_9 = 81 / 276 = 0,29;$$

$$M'_4 = 100 / 276 = 0,36.$$

Полученные данные также записываются в соответствующие графы сводной анкеты.

Аналитический (неэкспертный) метод определения значений групповых нормированных коэффициентов весомости

К группе свойств, величины коэффициентов весомости которых можно определить аналитическим путем относят те, которые, будучи однородными по своему характеру, уже по самой своей сущности позволяют выявить количественные соотношения между собой.

Таблица 2.21

Сводная анкета

Номера свойств по дереву свойств	Групповые (ненормированные M'' и нормированные M') коэффициенты весомости									
	Тип 1									
	Ответы экспертов при определении M''							Вычисление групповых нормированных коэффициентов весомости M'		
	1	2	3	4	5	6	7	Средний по экспертам групповой ненормированный коэффициент весомости	Сумма средних групповых ненормированных коэффициентов весомости $\overline{M''}$ всех свойств в группе $\sum \overline{M''}$	Групповой нормированный коэффициент весомости каждого свойства $M' = \frac{\overline{M}}{\sum \overline{M''}}$
2	60	50	70	60	55	70	65	61,4	161,4	0,38
3	100	100	100	100	100	100	100	100		0,62
6										
7										
8										
1										
9										
4										
5										
10										
11										
12										

Например, пусть в дереве свойств имеется фрагмент такого типа, который изображен на рис. 2.17.

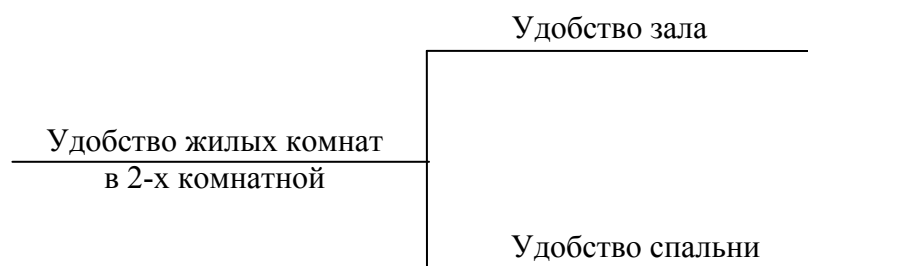


Рис. 2.17. Пример группы свойств, коэффициенты весомости которых могут быть определены аналитическим методом

Организаторам будет нетрудно заметить, что для группы, состоящей из подобных свойств, коэффициенты весомости в первом приближении можно принять пропорциональными площадям соответствующих помещений. Пусть известно, что площадь общей комнаты (ОК) $S_3 = 16,8 \text{ м}^2$, а

площадь спальни (СП) $S_{СП}=11,4$ м². Тогда значения групповых нормированных коэффициентов весомости M' можно вычислить по формуле:

для общей комнаты

$$M'_{ОК} = \frac{S_3}{S_3 + S_{СП}} = \frac{16,8}{16,8 + 11,4} = 0,6;$$

для спальни

$$M'_{ОК} = \frac{S_{СП}}{S_3 + S_{СП}} = \frac{11,4}{16,8 + 11,4} = 0,4.$$

Групповые нормированные коэффициенты весомости M' , определенные как экспертным, так и аналитическим методом, наносят на дерево свойств.

Перевод групповых нормированных коэффициентов весомости M' в коэффициенты весомости M

Для контроля правильности вычислений надо следить за тем, чтобы сумма групповых нормированных коэффициентов весомости M' была равна 1 (с учетом всех свойств данной группы). Однако эта операция нормирования групповых коэффициентов весомости обеспечивает равенство 1 суммы коэффициентов весомости только в пределах группы. Но для вычисления оценки качества нужно иметь такие коэффициенты весомости M , сумма которых будет равна 1 в пределах каждого уровня дерева. Иначе говоря, групповые нормированные коэффициенты весомости M' нужно перевести в уровневые нормированные коэффициенты весомости, соответствующие определению термина «коэффициент весомости свойства M ».

Коэффициент весомости M_2 свойства 2 определится перемножением групповых нормированных коэффициентов весомостей M' тех свойств, которые иерархически связаны друг с другом, т.е. в данном случае свойств 2, 9 и 11 (см. рис. 2.16): $M_2 = M'_2 \cdot M'_9 \cdot M'_{11} = 0,31 \cdot 0,06 \cdot 0,54 = 0,01$.

Для удобства значения групповых нормированных коэффициентов весомости M' и коэффициентов весомости M пишут непосредственно на дереве после номера и названия соответствующего свойства в виде дроби, где в числителе – значение M' , а в знаменателе – значение M . Для большей наглядности дробь выделяют прямоугольником (или кружком).

В результате каждое свойство, входящее в дерево, будет иметь четыре характеристики (рис. 2.18).

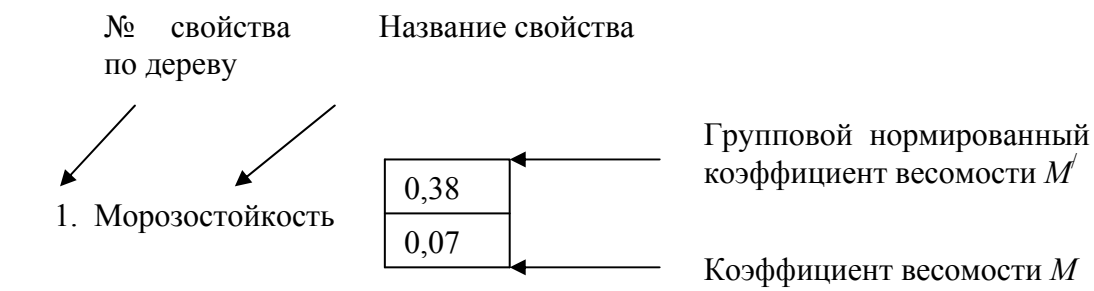


Рис. 2.18. Четыре характеристики каждого свойства, указываемые на дереве свойств, после вычисления коэффициентов весомости

Для проверки правильности вычисления коэффициентов весомости M технический работник должен просуммировать записанные на дереве в знаменателях коэффициенты весомости M всех свойств дерева, находящихся на одном уровне. Равенство суммы единице для каждого уровня дерева будет свидетельствовать о том, что вычисления сделаны без ошибок.

Построенное дерево свойств вместе с нанесенными на него значениями коэффициентов весомости используется в дальнейшем для оценки качества изделий.

2.3. Методы определения абсолютных показателей качества продукции

Для оценки показателей качества могут быть использованы измерительный, регистрационный, расчетный, органолептический, экспертный и социологический методы [22].

Измерительный метод заключается в определении значений показателя качества продукции с помощью технических средств измерений. Этим методом пользуются для измерения и контроля подавляющего большинства показателей качества материалов, изделий и конструкций геометрических размеров, массы изделий, прочности, водопоглощения и т.д. В основе измерительного метода лежит метрология.

Регистрационный метод основывается на наблюдении и подсчете числа определенных событий, предметов или затрат. Его применяют для регистрации отказов изделия при испытаниях, подсчета числа дефектных изделий в партии и т. п.

При использовании **расчетного** метода вычисления производят на основе установленных теоретических или эмпирических зависимостей показателей качества продукции от ее параметров. Данный метод применяют главным образом при проектировании продукции, когда она не может быть еще объектом экспериментального изучения. С использованием расчетного метода устанавливают зависимости между отдельными показателями каче-

ства продукции. Расчетный метод служит для определения массы изделия (по значениям плотности и объема), прочности и других свойств.

Органолептический метод заключается в определении показателей качества продукции на основе анализа восприятий органами чувств человека. Метод применяют для измерения таких свойств продукции, которые пока не поддаются измерению с помощью приборов и аппаратов (оценка однородности цвета фасадных керамических изделий, качества интерьеров помещений), т.е. таких свойств, которые оказывают эмоциональное воздействие на потребителей. В историческом плане органолептические методы предшествовали инструментальным, однако до сих пор они не имеют достаточно развитой научной базы.

Оценка качества продукции производится экспертами на основе имеющегося опыта. Поэтому степень объективности, точности и достоверности оценки зависит от квалификации, опыта и способностей экспертов. Органолептический метод не исключает возможности использования технических средств, которые повышают восприимчивость и разрешающие способности органов чувств (лупа, микроскоп и др.). При органолептическом методе обычно применяют балльный способ выражения показателей качества. Для этого используют, как правило, четыре оценки качества: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «плохо». При этом оценке «плохо» всегда соответствует 0 баллов, так как целью оценки является определение уровня качества, а не степени непригодности изделия. Балльная оценка может применяться при оценке показателей качества отделки строительных изделий.

Многие стандарты на отделочные и облицовочные строительные материалы предусматривают органолептический метод оценки качества продукции. Например, одноцветность фасадных керамических плит определяют путем визуального сравнения средней пробы изделий с эталонами. Вид и качество эталонов определяются изготовителем и потребителем изделий. Испытание проводят следующим образом. На деревянном щите общей площадью 1 м^2 , установленном в вертикальном положении на открытом воздухе, размещают вперемежку с эталонными образцами отобранные в качестве средней пробы фасадные плиты лицевой поверхностью к наблюдателю. Наблюдатель находится на расстоянии 10 м от щита с плитами и невооруженным глазом рассматривает изделия при рассеянном дневном свете. Если тональность окраски испытываемых плит не выходит за пределы окраски эталонных образцов, партию считают выдержавшей испытание и плиты принимают. В противном случае всю партию бракуют.

Данный метод оценки нельзя считать вполне объективным, так как результат контроля зависит от особенностей органов чувств наблюдателя и от уровня освещенности объекта наблюдения. Совершенствование органо-

лептического метода оценки качества продукции связано с развитием таких наук, как физиология, психология, эстетика и эргономика.

Экспертный метод определения показателей качества осуществляется на основе решения, принимаемого экспертами. Чаще всего данный метод применим для прогнозирования уровня качества продукции. По принципу действия экспертные методы, которые также называют интуитивными, разделяются на индивидуальные и коллективные. Индивидуальные оценки применяют только тогда, когда есть весьма компетентный специалист в данной сфере деятельности. Однако чаще используют метод коллективных экспертных оценок, предполагающий определение (прогнозирование) показателей качества на основании решения группы экспертов. В ряде случаев, особенно при прогнозировании сложных объектов, когда необходимо учитывать множество взаимовлияющих факторов, мнение группы экспертов надежнее, чем индивидуальное мнение.

В состав экспертной группы должны входить высококвалифицированные специалисты, степень компетентности которых в данной области примерно одинакова. Экспертная группа должна состоять не менее чем из семи человек. При меньшем числе экспертов возрастает вероятность принятия случайного решения. Решение принимается путем проставления оценок (система баллов) либо голосованием экспертов и утверждается в том случае, если за него подано не менее 2/3 голосов. Опрос экспертов проводится в несколько туров, чтобы уменьшить влияние субъективного фактора на оценку. Эксперты сначала проставляют оценки независимо друг от друга; затем, после короткого публичного обоснования выставленных каждым экспертом оценок, проводится второй тур опроса, в ходе которого эксперты опять независимо друг от друга устанавливают новые оценки. Число проводимых туров опроса в значительной мере зависит от квалификации и опыта специалистов. Однако считается, что приемлемая точность результатов получается в среднем за три тура голосования. В качестве данных для последующих расчетов принимают среднеарифметические значения, полученные на основе окончательных оценок с учетом крайних значений. Здесь находит отражение народная мудрость: «Один ум хорошо, а два – лучше» – при коллективной оценке истинное значение прогнозируемой величины предполагается лежащим внутри диапазона оценок, выставленных отдельными экспертами. Не рекомендуется отбрасывать оценки отдельных специалистов, которые существенно отличаются от остальных. На основе полученных значений определяют уровень качества продукта.

Социологический метод основан на сборе и анализе мнений фактических или возможных потребителей продукции. Сбор мнений осуществляют в ходе устного опроса или путем распространения анкет-вопросников, проведения конференций, выставок. Использование социоло-

гического метода на практике требует разработки научно обоснованной системы опроса и создания математических методов обработки информации, поступающей от потребителя. Социологический метод применяют для определения коэффициента весомости показателей качества продукции.

Следует иметь в виду, что для определения показателей качества реальной продукции обычно приходится использовать не один, а несколько методов, например измерительный в сочетании с органолептическим и т.п.

2.4. Определение экстремальных абсолютных показателей свойств

Третьим документом, входящим в состав вспомогательных материалов (кроме дерева и набора коэффициентов весомости M), является набор численных значений базовых ($P_{\text{баз}}$) и экстремальных ($P^{\text{экс}}$) абсолютных показателей для всех простых и квазипростых свойств полного дерева (если оно составляется) или неполного дерева (если простые или квазипростые свойства в нем содержатся).

Экстремальный абсолютный показатель свойств – это величина, постоянная для каждого свойства проекта определенного типа объекта и равная такому численному значению абсолютного показателя свойства P , начиная с которого любое ухудшение значения этого показателя P является недопустимым.

Обозначим самое худшее, но все же допустимое (по СНиП или другим нормативным документам) значение абсолютного показателя P через $P^{\text{доп}}$. Например, высота жилых комнат в квартире $P^{\text{доп}} = 2,5$ м. В этих условиях за экстремальный абсолютный показатель $P^{\text{экс}}$ обычно принимается ближайшее, несколько худшее по сравнению с величиной $P^{\text{доп}}$ значение показателя P . В частности, с учетом того, что $P^{\text{доп}} = 2,5$ м, можно считать, что $P^{\text{экс}} = 2,4$ м.

Для очень многих свойств экстремальный абсолютный показатель $P^{\text{экс}}$ может иметь только одно из двух значений: минимальное $P^{\text{мин}}$ или максимальное $P^{\text{макс}}$. Для других свойств экстремальный показатель $P^{\text{экс}}$ может иметь одновременно оба значения – как минимальное $P^{\text{мин}}$, так и максимальное $P^{\text{макс}}$.

Возможны три вида соотношений между показателями P , $P^{\text{баз}}$, $P^{\text{экс}}$ и $P^{\text{доп}}$.

1. Значение абсолютного показателя P ограничено экстремальным показателем только снизу: $P^{\text{экс}} = P^{\text{мин}} < P \leq P^{\text{баз}}$.

2. Значение абсолютного показателя P ограничено экстремальным показателем только сверху: $P^{\text{экс}} = P^{\text{макс}} = P^{\text{доп}} \geq P \geq P^{\text{баз}}$.

3. Значение абсолютного показателя P ограничено экстремальными показателями $P^{3''0}$ как снизу, так и сверху:

$$P^{\text{экс}} = P^{\text{мин}} < (P^{\text{баз}} \leq P \leq P^{\text{баз}}) < P^{\text{макс}} = P^{\text{экс}}.$$

2.5. Определение относительных показателей свойств

Начисленные значения абсолютных показателей P выражаются в различных единицах измерения: %, м, м² и т.д.

В силу этого они непосредственно не сопоставимы друг с другом. Для того чтобы обеспечить такую сопоставимость, необходимую для вычисления оценки интегрального качества проекта K^{Σ} , абсолютные показатели преобразуются в относительные показатели свойств K , выраженные в безразмерных долях единицы и в связи с этим сопоставимые друг с другом. Величина K изменяется от 0 до 1.

Возможны две ситуации, когда свойство имеет такой характер, что величина его экстремального абсолютного показателя $P^{\text{экс}} = P^{\text{мин}}$ всегда меньше, чем величина абсолютного показателя P (т.е. $P > P^{\text{экс}} = P^{\text{мин}}$). Например, практически всегда (с точки зрения обеспечения утилитарности и без учета экономичности) желательно иметь большую площадь какого-то помещения. А это означает, что величина P всегда будет больше, чем величина $P^{\text{экс}} = P^{\text{мин}}$; свойство имеет такой характер, что величина его экстремального абсолютного показателя всегда больше, чем величина абсолютного показателя (т.е. $P < P^{\text{экс}} = P^{\text{макс}}$). Например, всегда (при прочих равных условиях) желательно иметь большую экономичность объекта (т.е. меньшие затраты на него), а это и означает выполнение неравенства $P^{\text{экс}} = P^{\text{макс}} > P$.

Для обеих этих ситуаций значения K определяются техническим работником.

Для свойств, которым соответствует условие $P > P^{\text{мин}}$, величина K определяется по формуле $K = P - P^{\text{мин}} / P^{\text{баз}} - P^{\text{мин}}$.

Подобным образом определяется величина K и при условии $P < P^{\text{макс}}$: $K = P - P^{\text{макс}} / P^{\text{баз}} - P^{\text{макс}}$.

Обе приведенные формулы могут быть заменены одной, более общей формулой: $K = P - P^{\text{экс}} / P^{\text{баз}} - P^{\text{экс}}$.

Величина показателя интегрального качества проекта K^{Σ} определяется техническим работником, для этого для каждого свойства вычисляется произведение KM . Суммируются все эти величины KM для всех свойств, находящихся на последнем, самом высоком уровне дерева.

Если необходимо вычислить значение не показателя интегрального качества, а показателя качества K^K , то все вычисления аналогичны. Отличие заключается лишь в том, что при определении величины K^K в расчет принимаются не все свойства, находящиеся на последнем уровне дерева, а

только те свойства, которые имеют функциональный или эстетический характер. Свойства же, имеющие экономический характер, при этом не учитываются. Необходимо отметить, что величины показателей качества и интегрального качества должны вычисляться только для допустимых проектов, т.е. для тех проектов, у которых для всех свойств величины абсолютных показателей соответствуют требованиям задания на проектирование, СНиП и другим нормативным документами.

2.6. Формирование группы аналогов и установление базовых образцов

Одной из основных операций процедуры оценки уровня качества промышленной продукции является определение и принятие, т.е. установление в качестве образцовых численных значений образца продукции, принимаемого за эталон и соответствующего лучшим научно-техническим достижениям на данный период времени [28]. Эту операцию называют установлением базового образца. Однако часто при оценке уровня качества изделия его показатели качества сопоставляют с показателями не одного, а нескольких высококачественных и аналогичных изделий, принятых за базовые (эталонные).

В зависимости от конкретной цели оценки уровня качества промышленной продукции, устанавливаются для сопоставления различные типы базовых образцов. Они могут быть трех типов:

- базовые образцы, отражающие перспективные требования (перспективные образцы), которые установлены на определенный будущий период и в соответствии с которыми разрабатывается перспективная новая промышленная продукция;
- базовые образцы, отражающие высший мировой уровень на настоящий период времени (лучшие реальные образцы);
- базовые образцы отечественного производства, отражающие высокие научно-технические достижения и соответствующие потребностям и возможностям народного хозяйства, а также запросам населения страны (реальные образцы).

Первый тип перспективных образцов – это модель, образ продукции, характеризуемый совокупностью показателей качества, соответствующий передовым научно-техническим достижениям и прогнозируемым производственным возможностям на установленный будущий период. Численные значения показателей качества перспективных базовых образцов используются для оценки качества промышленной продукции при планировании выпуска новых видов продукции, при разработке технических заданий на разработку новых перспективных изделий, при проектировании

изделий, при разработке требований стандартов на группы однородной продукции.

Второй тип базовых образцов применяется для оценки уровня качества продукции при постановке ее на производство и при модернизации, а также при аттестации продукции и оценке научно-технического уровня действующих стандартов и других нормативно-технических документов на данную продукцию.

Третий тип базовых образцов устанавливается, если неизвестен или нет зарубежного аналога, а также для оценки производственной возможности предприятия или при обосновании дифференциации продукции по уровню и срокам достижения требуемых значений показателей качества, или для включения во внутригосударственные стандарты соответствующих требований на группы, виды и типы однородной продукции.

Для установления одного или нескольких базовых образцов для сравнения с оцениваемым сначала подбирают группу аналогичных изделий – группу аналогов, в которую включают примерно 8-15 подобных образцов. Все включаемые в группу аналоги и оцениваемая продукция должны иметь одинаковые классификационные характеристики назначения и области применения данного вида продукции. Классификационные характеристики для последующего сопоставления оцениваемого и базовых образцов не используются. В группу аналогов включают:

а) при оценке разрабатываемой продукции – перспективные и экспериментальные образцы, поступление которых на мировой рынок прогнозируется на период выпуска оцениваемой продукции; значения показателей качества перспективных образцов прогнозируются на период выпуска разрабатываемой продукции;

б) при оценке выпускаемой продукции – образцы, реализуемые на мировом рынке; значения показателей качества образцов устанавливаются на основе имеющейся на них документации. При оценке выпускаемой продукции не допускается принимать в качестве аналогов единичные рекламные или экспериментальные образцы продукции, не освоенные производством;

в) при оценке эксплуатируемой продукции – лучшие (по оценкам экспертов) образцы, используемые обычно не менее 5 лет при выполнении тех же функций, какие выполняет оцениваемый образец.

Для каждого аналога должны быть определены значения всех оценочных показателей. При отсутствии значений некоторых показателей у отдельных аналогов допускается их вычисление по имеющимся значениям показателей других аналогов. На этапе разработки продукции прогноз значений показателей перспективных образцов основывается на анализе сложившихся тенденций изменения значений показателей, а также на патентных исследованиях и оценке сроков реализации перспективных

технических решений, направленных на улучшение показателей качества данного вида продукции.

Образованная группа аналогов должна обеспечивать достоверность оценки продукции на заданный период времени (срок до снятия продукции с производства, период до следующей аттестации продукции и т.п.).

Общий порядок установления базового образца включает следующие основные этапы:

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

2) выбор классификационных показателей качества и аналоговой группы изделий;

3) обоснование и принятие метода определения базового образца из группы аналоговых образцов;

4) установление совокупности реальных значений классификационных показателей качества или такого обобщенного показателя для образца, принимаемого за базовый.

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 экономической ситуации в отрасли; требования международных, государственных и отраслевых стандартов; данные проспектов и паспортов образцов продукции; результаты испытаний и эксплуатации отечественных и зарубежных образцов соответствующей продукции.

После сбора, анализа и систематизации исходной информации устанавливаются классификационные показатели качества для данной продукции, которые используются при формировании аналоговой группы образцов данного вида продукции.

Классификационный показатель качества продукции – это показатель, характеризующий принадлежность продукции к определенной классификационной группе – группе аналогов, принятой для последующего выявления базового образца.

Аналоговая группа продукции или группа аналогов – это несколько различных образцов, имеющих одинаковые или близкие значения классификационных показателей качества и выбранных для установления из них базового образца.

Базовый образец – это реальный образец продукции, соответствующий передовым научно-техническим достижениям на заданный период и принятый в качестве эталона для численного определения уровня качества оцениваемой продукции.

Классификационные показатели (или один показатель) выбираются из числа установленных номенклатурой показателей качества для оцениваемой продукции.

Установление базового образца осуществляется на основе принимаемого для этого критерия, которым обычно является интегральный показатель качества продукции, представляющий собой по определению отношение полезного эффекта (выраженного в натуральных единицах измерения) от эксплуатации или потребления продукции к суммарным затратам на ее создание и эксплуатацию или потребление.

В тех случаях, когда затраты на разработку, изготовление и эксплуатацию продукции сравниваемых образцов достаточно близки или неизвестны, критерием при установлении базовых образцов служит обобщенный комплексный показатель качества продукции.

За базовый образец принимается тот, у которого не наибольшее значение интегрального или обобщенного показателя качества продукции, а их оптимальные значения. Так, например, при оптимизации значений интегрального показателя качества за критерий установления базового образца принимается либо наибольший эффект от эксплуатации продукции при заданных затратах на ее создание и эксплуатацию, либо заданный эффект при наименьших затратах, либо наибольшее отношение эффекта к затратам.

Выбор базового образца производят расчетно-экспериментальным и (или) аналоговым методами. **Расчетно-экспериментальный метод** состоит в сочетании теоретических, экспериментальных и расчетных приемов определения совокупности перспективных значений показателей качества продукции 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 показателя 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.

Требования, предъявляемые к базовым образцам:

- Базовый образец устанавливают для определенного вида однородной продукции, имеющей сходные условия эксплуатации, одинаковое функциональное назначение, единый принцип действия и предназначенной для известной группы потребителей.

- Базовый образец должен соответствовать цели оценки уровня качества продукции и быть по возможности единственным для этой вполне определенной цели оценки.

- Перечни показателей качества оцениваемого и базового образцов должны быть одинаковыми и соответствовать номенклатуре, официально установленной системой показателей качества продукции данного вида.

- Единицы измерения значений показателей качества базового образца и оцениваемой продукции должны быть сопоставимыми, т.е. одинаковыми для каждого из соответствующих показателей.

- Срок действия установленного базового образца определяется в зависимости от специфики вида продукции, спроса на данную продукцию.

2.7. Классификация оценок качества продукции

Оценки качества продукции могут быть классифицированы по следующим признакам [36]:

- 1) по размерности;
- 2) по достоверности;
- 3) по виду оценок;
- 4) по информативности;
- 5) по совместимости;
- 6) по области применения.

В зависимости от размерности различают следующие оценки:

- 1) безразмерные;
- 2) натуральные;
- 3) лингвистические;
- 4) стоимостные.

Безразмерные оценки возникают в том случае, когда исходные элементы статистики (информации) в функции оценивания приведены методом

отношения к мере. Такие оценки вычисляются достаточно просто, вполне сопоставимы и поэтому применяются наиболее часто.

Натуральные оценки возникают в том случае, когда исходные элементы статистики (информации) в функции оценивания представлены методом непосредственного оценивания. Такие оценки являются специфическими, поскольку всегда имеют размерность. Натуральные оценки по причинам специфичности набора исходных единиц информации по размерности применяются значительно реже.

Лингвистические оценки возникают в том случае, когда исходные элементы информации в функции оценивания представлены словами или фразами естественного языка. Применение таких оценок требует разработки специальных логических и математических правил ранжирования слов и фраз и придания словам и фразам численных значений по различным закономерностям.

Стоимостные оценки возникают в том случае, когда элементы исходной статистики (информации) на основе специальных исследований приведены к единицам стоимости. Стоимостные показатели не типичны для оценок качества продукции, но в отдельных случаях используются как предварительная или дополнительная информация.

По достоверности оценки разделяют на:

- 1) достоверные;
- 2) недостоверные.

К достоверным относятся оценки, для которых элементы исходной информации в функции оценивания заданы с определенной погрешностью, по единой шкале, с конкретным их набором и в заданном оценочном диапазоне с заданной доверительной вероятностью. Такие оценки используются в различного рода проектах и в процессе сравнения разных экземпляров продукции.

Оценки, полученные без перечисленных к ним требований, являются *недостоверными* могут быть использованы как дополнительная или предварительная информация о качестве продукции.

По виду оценки разделяются на:

- 1) точечные;
- 2) интервальные;
- 3) вероятностные;
- 4) комбинированные.

Точечные оценки получают в том случае, когда вся исходная информация в функции оценивания представлена точечными значениями. Точечные оценки дают одно конкретное значение оценки качества продукции и поэтому вычисляются наиболее просто. Вместе с тем точечные оценки, как правило, недостаточно информативны и характеризуются значительными

рисками при их сопоставлении изготовителем (поставщиком) и потребителем (покупателем).

Интервальные оценки получаются в том случае, когда все или части исходных единиц информации в функции оценивания представлены интервальными значениями или законами распределения вероятностей. Интервальные оценки в отличие от точечных дают интервал возможных значений оценки качества продукции и тем самым способствуют поставщику и потребителю продукции получить сопоставимые результаты и уменьшить риски при их сопоставлении. Такие оценки предпочтительны по сравнению с точечными.

Вероятностные оценки получаются в том случае, когда все или часть исходных единиц информации в функции оценивания представлены в вероятностном виде. Вероятностные оценки обязательно учитывают законы распределения составляющих аргументов функции оценивания и числовые значения параметров этих законов и поэтому наиболее достоверны и информативны. Вероятностные оценки требуют значительных затрат на выявление законов распределений составляющих аргументов функции оценивания, и по этой причине их применение в настоящее время ограничено. Вместе с тем вероятностные оценки весьма перспективны, но требуют обоснования исходных условий при их разработке.

Комбинированные оценки получаются при частичном представлении в функции оценивания точечных, интервальных или вероятностных значений для аргументов функции оценивания. Комбинированные оценки повышают достоверность и информативность оценок.

Информативность оценок качества продукции определяется:

- 1) числом исходных единиц информации в функции оценивания;
- 2) важностью или весомостью единиц информации;
- 3) количеством информации, которую несет каждый элемент информации;
- 4) количественной мерой информативности расчетной оценки качества;
- 5) максимальной мерой информативности;
- 6) достигнутой мерой информативности;
- 7) достижимой мерой информативности.

Число статистических данных исходной информации, используемых в функции оценивания отражает информативность оценки, поскольку с увеличением числа данных исходной информации информативность оценки возрастает.

Важное значение имеет объем информации, использующейся при вычислении качества продукции. Величина информации выражается через **«меру информативности»**. Чем больший объем информации был использован при вычислении оценки, тем больше мера информативности. Однако мера информативности должна быть сопоставимой. Для целей сопоста-

вимости вычисляют максимально возможную меру информативности, достижимую меру информативности и достигнутую меру информативности.

Максимальная мера информативности характеризует максимальный объем информации, который может быть учтен в функции оценивания в перспективе.

Достижимая мера информативности характеризует объем информации в функции оценивания, достижимый на современном этапе.

Достигнутая мера информативности характеризует достигнутый уровень учета информации о характеристиках продукции в принятой методике оценивания качества продукции.

Совместимость оценок характеризуется:

- 1) единством методик оценивания;
- 2) разностью точечных оценок, полученных поставщиком и потребителем при заданных рисках оценивания;
- 3) характером сопоставления интервальных оценок;
- 4) разностью мер информативности в функциях оценивания, используемых поставщиком и потребителем.

В процессе сопоставления оценок качества продукции, полученных поставщиком и потребителем, необходимо соблюдать условия единства процедур оценивания. Когда единство процедур оценивания обеспечено, совместимость определяется разностью точечных оценок, полученных поставщиком и потребителем. При значительной разности оценок совместимость отсутствует. Необходимо найти причины несовместимости, устранить их и провести повторные оценки.

В случае интервальных оценок совместимость определяется наложением расчетных интервалов поставщика и потребителя и выяснением степени и места перекрытия интервалов.

Совместимость оценок определяется разностью мер информативности функций оценивания, выбранных поставщиком и потребителем. Значительная разность мер информативности свидетельствует о несовместимости оценок.

По области применения различают:

- оценки поставщика;
- оценки потребителя;
- оценки в проектах;
- арбитражные оценки;
- рекламные оценки.

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

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

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

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

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

2.8. Основы классификации методов оценки качества

Все методы, применяемые в квалиметрии, можно разделить на две группы [27]:

дифференциальные – используются в основном при оценке главного показателя качества;

комплексные – применяются в большинстве случаев, при этом комплексную оценку можно рассматривать как двухэтапный процесс:

первый – оценка простых свойств;

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

По способу учета весомостей отдельных свойств методы делятся на:

- учитывающие весомость;
- не учитывающие весомость.

По виду зависимости между показателями качества и их оценками различают методы:

- использующие линейную зависимость;
- использующие нелинейную зависимость;
- методы, в которых вид зависимости в явном виде не определяется (неявная), т.е. зависимости, определяемые экспертным путем или основанные на изучении экономической эффективности использования продукции.

По способу определения весомостей отдельных свойств выделяют методы, базирующиеся:

- на стоимостном принципе определения весомостей;
- на вероятностных оценках и статистическом подходе;
- на принципе экспертного опроса;
- на комбинированном принципе определения весомости (смешанные методы).

По способу сведения воедино оценок отдельных свойств методы подразделяются на:

- основанные на использовании средней геометрической величины;

- основанные на использовании средней арифметической величины;
- основанные на использовании средней гармонической величины.

По степени универсальности методы оценки качества строительных объектов делятся на две группы:

- общие методы, предназначенные для оценки качества любых типов объектов в строительстве;
- частные методы, разработанные специально для каких-то отдельных типов строительных объектов – жилых зданий, промсооружений и т.д.

По стадиям производства можно выделить следующие группы методов оценки качества, применяемые на определенной стадии:

- при проектировании (для оценки качества проекта);
- при изготовлении продукции (для оценки качества материалов, изделий, деталей, полуфабрикатов);
- в процессе эксплуатации объекта (для оценки качества объекта в зависимости от имеющихся оценок качества проекта и материалов).

По решаемым с их помощью задачам методы делятся на две подгруппы:

- методы, позволяющие ранжировать по качеству оцениваемые объекты и вместе с тем определять, во сколько раз один объект лучше (или хуже) другого;
- методы, позволяющие получить только ранги оцениваемых объектов, но не дающие при этом возможности узнать, во сколько раз качество одного объекта отличается от качества других.

По характеру использования методы оценки качества делятся на:

- методы, использование которых предполагает обязательное (хотя бы на некоторых стадиях) участие нескольких экспертов (экспертные);
- методы, применять которые можно и при отсутствии экспертов (неэкспертные).

2.9. Основные методы оценки уровня качества изделий

Достаточно часто качество продукции оценивают по одному, но главному показателю, характеризующему ее полезность. Так, например, качество бетона оценивают в основном по прочности на сжатие в возрасте 28 суток и т.д. Однако один показатель дает ограниченную характеристику продукции, которая обычно обладает большим количеством свойств, составляющих качество. Поэтому практически для любой продукции необходимо производить оценку качества по нескольким ее полезным свойствам. С этой целью используют **методы оценки уровня качества однородных и разнородных изделий**.

Под однородными понимают изделия одного вида, одного класса и назначения. При оценке уровня **однородных** изделий следует использовать

дифференциальный, комплексный или смешанный, а также интегральный методы.

Под разнородной продукцией, общий уровень качества которой необходимо определить, понимают совокупность изделий, предназначенных для достижения определенной (единой) производственной цели. Для оценки уровня качества **разнородных** изделий обычно применяют метод, основанный на индексации качества. Также для оценки уровня качества однородных и разнородных изделий используют метод экспертных оценок качества.

2.9.1. Дифференциальный метод

Дифференциальный метод оценки уровня качества изделий основан на сопоставлении единичных показателей качества рассматриваемых изделий с соответствующими показателями базового образца [28]. При данном методе оценки уровня качества продукции количественно оцениваются отдельные свойства изделия и это позволяет принимать конкретные решения по управлению качеством данной продукции. Отдельные относительные показатели уровня качества оцениваемой продукции рассчитывают по следующим формулам:

- при отсутствии ограничений в значениях единичных показателей
 - для случая, когда увеличению абсолютного значения показателя качества соответствует улучшение качества изделий

$$Y_{ki} = \frac{P_i}{P_{i\text{баз}}}; \quad (2.38)$$

- для случая, когда увеличению абсолютного значения показателя качества соответствует ухудшение качества изделий

$$Y_{ki} = \frac{P_{i\text{баз}}}{P_i}, \quad (2.39)$$

где P_i – значение i -го показателя качества оцениваемой продукции;
 $i=1,2, \dots, n$

$P_{i\text{баз}}$ – значение i -го показателя качества базового образца;

n – количество принятых для оценки показателей качества;

- при наличии ограничений в значениях единичных показателей

$$Y_{ki} = \frac{P_i - P_{\text{при}i}}{P_{i\text{баз}} - P_{\text{при}i}}, \quad (2.40)$$

где $P_{\text{при}i}$ – предельное значение i -го параметра качества.

По результатам расчетов относительных значений показателей качества изделий и их анализа дают следующие оценки:

- уровень качества оцениваемой продукции выше или равен уровню базового образца, если все значения относительных показателей соответственно больше или равны единице;
- уровень качества оцениваемой продукции ниже уровня базового образца, если все значения относительных показателей меньше единицы.

Когда часть относительных показателей больше или равна единице, а другая часть меньше единицы, необходимо использовать в первую очередь следующую методику оценки уровня качества изделий. Следует все относительные показатели разделить по значимости на две группы. В первую группу включают показатели, характеризующие наиболее существенные свойства, а во вторую – второстепенные. Если в первой группе все относительные показатели больше или равны единице, то можно принять, что уровень качества оцениваемого изделия не ниже уровня качества базового образца.

Для более информативной оценки уровня качества изделий строят диаграмму сопоставления показателей качества (циклограмму).

На рис. 2.19 условно показан процесс определения уровня качества по показателям качества оцениваемого и базового изделий с помощью восьми основных показателей, представленных на циклограмме в виде лучей 01-08. На лучах, как и на шкалах, откладывают значения показателей для изделия (точки b) и для аналога (точки a). Точки соединяют между собой и получают два многоугольника. Многоугольник, образованный точками a , характеризует совокупность свойств аналога, а многоугольник, образованный точками b , – совокупность свойств изделия. Из циклограммы видно, что площадь, занимаемая многоугольником свойств изделия, меньше площади, занимаемой многоугольником свойств аналога. Это свидетельствует о том, что уровень качества изделия по совокупности свойств уступает уровню качества аналога, несмотря на то что значения отдельных показателей изделия равны значениям этих показателей аналога.

Приближенное значение итогового показателя уровня качества продукции $Y_{к.п}$ находят как среднеарифметическое значение всех основных показателей Y_{ki} .

Пример определения уровня качества ЛДСП с использованием дифференциального метода (с учетом наиболее значимых свойств ЛДСП) представлен в табл. 2.22 и на рис. 2.19.

Т а б л и ц а 2.22

Значения абсолютных и относительных показателей
уровня качества продукции

№	Наименование показателя качества продукции	Значения абсолютных показателей качества			Значения относительных показателей качества	
		оцениваемая продукция	базовый образец	конкурент (ООО «Крона»)	оцениваемая продукция	Конкурент (ООО «Крона»)
1	Предел прочности при изгибе, МПа	18,4	16	20	1,15	1,25
2	Предел прочности при растяжении, МПа	0,37	0,3	0,4	1,23	1,33
3	Покоробленность, мм	0,77	1,2	0,62	1,56	1,93
4	Отрыв наружного покрытия, МПа	1,36	0,8	1,4	1,7	1,75
5	Твердость поверхности, мм	55	80	52	1,45	1,54

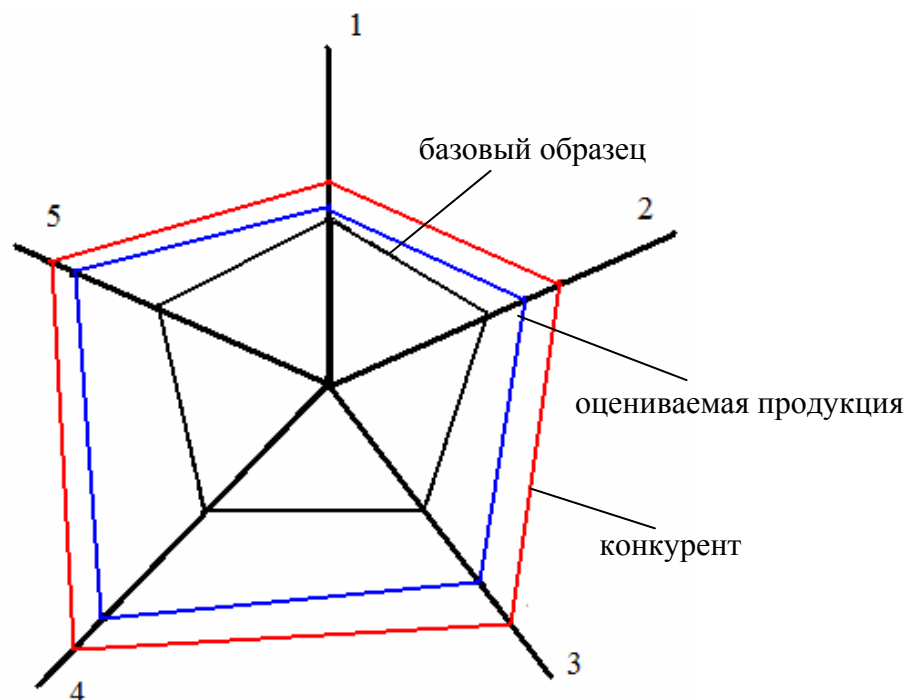


Рис. 2.19. Циклограмма для определения уровня качества изделий

2.9.2. Метод комплексной оценки уровня качества продукции

Комплексная оценка уровня качества продукции предусматривает использование обобщенного показателя качества [28]. Этот метод применяют в тех случаях, когда наиболее целесообразно оценивать уровень качества сложных изделий только одним числом. Обобщенный показатель представляет собой функцию, зависящую от единичных показателей, которые характеризуют однородную группу свойств. К таким группам показателей относятся, например, показатели надежности, безопасности и т.п.

Обобщенным показателем качества может быть:

- главный, наиболее значимый единичный показатель, отражающий основное назначение изделия;
- средний взвешенный комплексный показатель;
- интегральный показатель качества.

Обобщенный (комплексный) показатель качества должен отвечать нескольким требованиям [28] :

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

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

3. *Чувствительность к варьируемым параметрам*. Это требование состоит в том, что комплексный показатель качества должен согласованно реагировать на изменение каждого из единичных показателей. Комплексный показатель является функцией оценок всех единичных показателей, а его чувствительность определяется первой производной этой функции. Значение комплексного показателя должно быть особенно чувствительно в тех случаях, когда какой-либо единичный показатель выходит за допустимые пределы. При этом комплексный показатель качества должен значительно уменьшить свое численное значение.

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.

Для определения комплексных показателей качества продукции можно использовать следующие функции [36]:

1. Выборочная арифметическая:

$$Q_A = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_i. \quad (2.41)$$

2. Выборочная геометрическая

$$Q_c = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n K_i}. \quad (2.42)$$

3. Выборочная гармоническая

$$Q_{\Gamma} = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{K_i}}. \quad (2.43)$$

4. Выборочная арифметическая кумулятивная

$$Q_{KA} = \frac{G_{n-2} + K_n}{2}; \quad (2.44)$$

$$G_1 = \frac{K_1 + K_2}{2};$$

$$G_2 = \frac{G_1 + K_3}{2};$$

$$G_{n-2} = \frac{G_{n-3} + K_{n-1}}{2}.$$

5. Выборочная геометрическая величина

$$Q_{KC} = \sqrt{G_{n-2} \cdot K_n}; \quad (2.45)$$

$$G_1 = \sqrt{K_1 \cdot K_2};$$

$$G_2 = \sqrt{G_1 \cdot K_3};$$

$$G_{n-2} = \sqrt{G_{n-3} \cdot K_{n-1}}.$$

6. Выборочная гармоническая кумулятивная

$$Q_{KH} = \frac{2}{\frac{1}{G_{n-2}} + \frac{1}{K_n}}; \quad (2.46)$$

$$G_1 = \frac{2}{\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2}};$$

$$G_2 = \frac{2}{\frac{1}{G_1} + \frac{1}{K_3}};$$

$$G_{n-2} = \frac{2}{\frac{1}{G_{n-3}} + \frac{1}{K_{n-1}}}.$$

7. Выборочная арифметическая взвешенная

$$Q_{BA} = \sum_{i=1}^n M_i K_i. \quad (2.47)$$

8. Выборочная геометрическая взвешенная

$$Q_{BC} = \prod_{i=1}^n K_i^{M_i}. \quad (2.48)$$

9. Выборочная гармоническая взвешенная

$$Q_{BF} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{M_i}{K_i}}. \quad (2.49)$$

10. Выборочная кумулятивная арифметическая взвешенная

$$Q_{KBA} = \alpha G_{n-2} + \beta K_n; \quad (2.50)$$

$$G_1 = \alpha K_1 + \beta K_2;$$

$$G_2 = \alpha G_1 + \beta K_3;$$

$$G_{n-2} = \alpha G_{n-3} + \beta K_{n-1};$$

$$\alpha + \beta = 1, 0.$$

11. Выборочная кумулятивная геометрическая взвешенная

$$Q_{KBC} = G_{n-2}^\alpha \cdot S_n^\beta; \quad (2.51)$$

$$G_1 = S_1^\alpha \cdot S_2^\beta;$$

$$G_2 = G_1^\alpha \cdot S_3^\beta;$$

$$G_{n-2} = G_{n-3}^\alpha \cdot S_{n-1}^\beta;$$

$$\alpha + \beta = 1,0.$$

12. Выборочная кумулятивная гармоническая взвешенная

$$Q_{\text{КВГ}} = \frac{1}{\frac{\alpha}{G_{n-2}} + \frac{\beta}{K_n}}; \quad (2.52)$$

$$G_1 = \frac{1}{\frac{\alpha}{K_1} + \frac{\beta}{K_2}};$$

$$G_2 = \frac{1}{\frac{\alpha}{G_1} + \frac{\beta}{K_3}};$$

$$G_{n-2} = \frac{1}{\frac{\alpha}{G_{n-3}} + \frac{\beta}{K_{n-1}}};$$

$$\alpha + \beta = 1,0.$$

13. Выборочная обобщенная арифметическая

$$Q_{\text{ОА}} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i^2}{\sum_{i=1}^n K_i}. \quad (2.53)$$

Для удобства и быстроты определения комплексных показателей качества (Q) по представленным выражениям часто применяют номограммы, которые следует строить на миллиметровой бумаге.

Номограмму для определения КПК по формуле (2.47) строят следующим образом (рис. 2.20). На прямоугольнике размером 200×160 мм наносят шкалы Q и K_i . Масштаб обеих шкал постоянный – 1 % шкалы соответствует 2 мм. Линии M_i представляют собой линейные функции:

$$l_i = m M_i K_i, \quad (2.54)$$

где m – масштабный коэффициент (в данном случае $m = 2$).

Чтобы построить линию, например для $M_i = 0,50$, необходимо рассчитать абсциссы ее точек для $K_i = 20\%$ и $K_i = 100\%$. Используя выражение (2.54), получают $l_{i20} = 2 \times 0,5 \times 20 = 20$ мм, $l_{i100} = 2 \times 0,5 \times 100 = 100$ мм. Далее откладывают полученные значения соответственно на нижней и верхней горизонтальных линиях номограммы и соединяют их прямой линией. Аналогично строят все линии для значений $M_i = 0,05 \dots 1,00$ с интервалом 0,05.

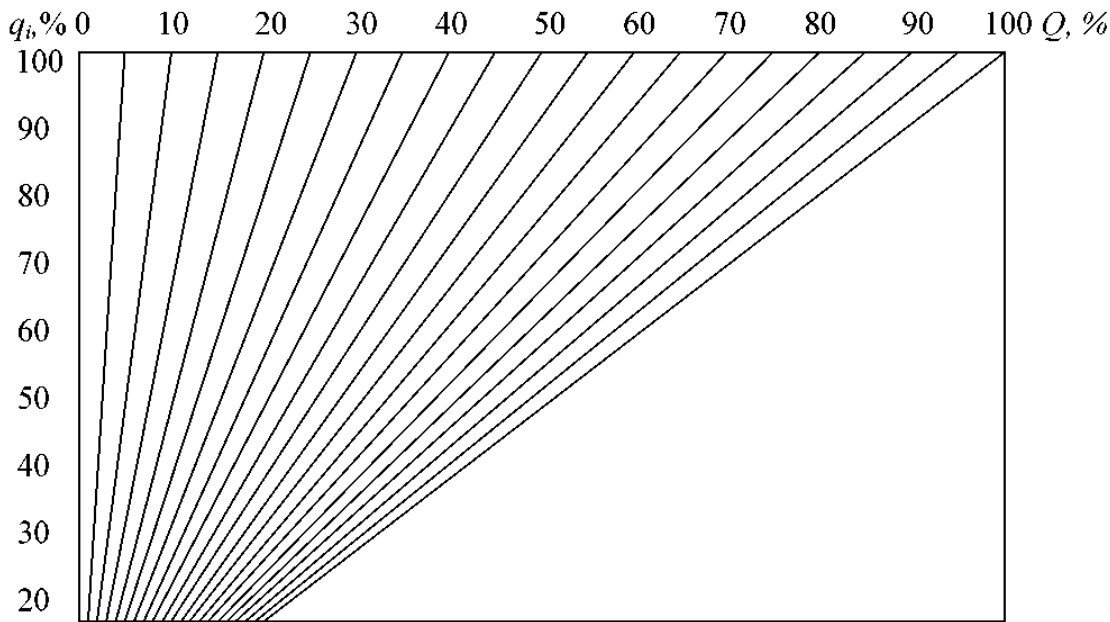


Рис. 2.20. Номограмма для определения комплексного показателя качества с помощью арифметического способа усреднения

Оптимальный размер номограммы, построенной для выражения (2.48), составляет 230×161 мм (рис. 2.21). Обе шкалы номограммы логарифмические, причем единица $\ln Q = 50$ мм, а единица $\ln K_i = 100$ мм. При построении шкал на них откладывают натуральные логарифмы величин, а надписывают антилогарифмы (в процентах). Для построения делений шкалы K_i используют формулу

$$l_{Ki} = 100(\ln K_i - \ln 20) = 100 \ln K_i - 299,6, \quad (2.55)$$

а для делений шкалы Q – выражение

$$l_{Qi} = 50 \ln Q. \quad (2.56)$$

Линии M_i выражаются линейной функцией

$$l_i = 50 M_i \ln K_i, \quad (2.57)$$

их строят аналогично для значений $M_i = 0,05 \dots 1,00$ с интервалом 0,05.

Размер номограммы для определения комплексного показателя качества по формуле (2.49) следует принять 250×160 мм (рис. 2.22). Масштаб шкалы Q переменный.

Деления шкалы наносят с использованием формулы

$$L_Q = 50 / (0,01 Q) = 5000 / Q. \quad (2.58)$$

Масштаб шкалы K_i постоянный – 1 % шкалы соответствует 2 мм. Линии M_i представляют собой гиперболы. Для их построения вычисляют значения l_{Ki} для данного M_i и K_i в диапазоне 20 ... 100 % с интервалом 10 % по формуле

$$l_{Ki} = 50 M_i / (0,01 K_i) = 5000 M_i / K_i. \quad (2.59)$$

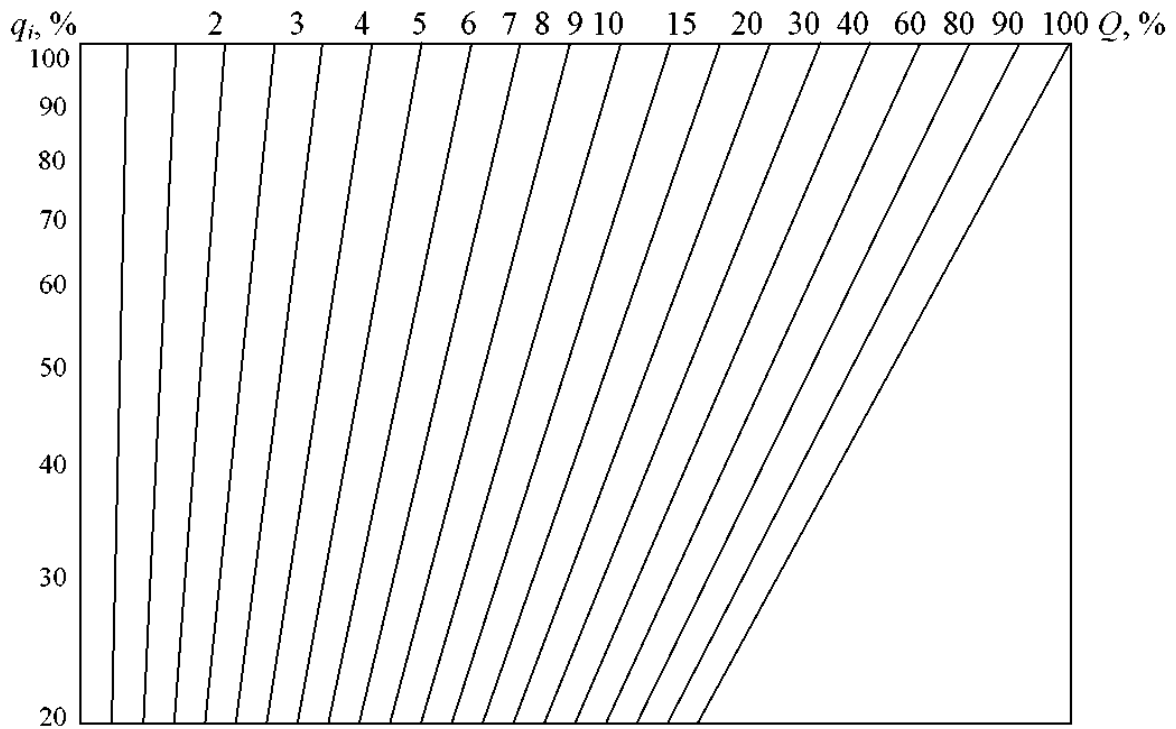


Рис. 2.21. Номограмма для определения комплексного показателя качества с использованием среднегеометрического способа усреднения

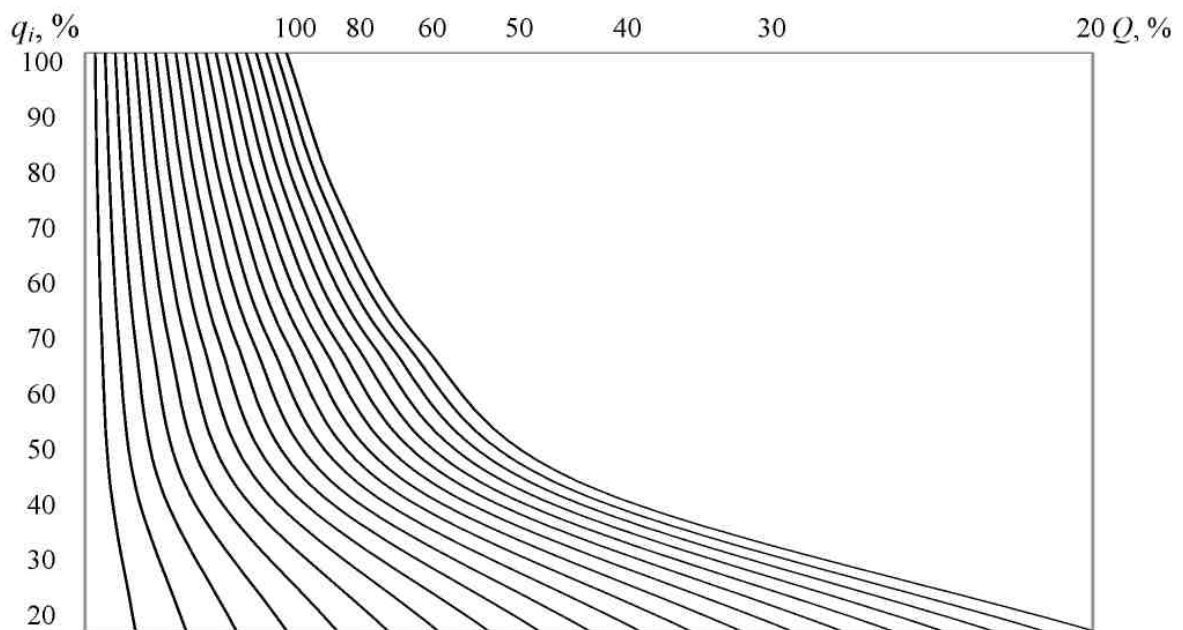


Рис. 2.22. Номограмма для определения комплексного показателя качества на основе гармонического способа усреднения

На рассмотренных номограммах для относительных показателей выбран диапазон значений 20...100 %, поскольку их значения, меньшие 20 %, характеризуют недопустимо низкие значения единичных показателей качества.

Для применения номограмм по определению комплексного показателя качества необходимо иметь значения относительных показателей и коэффициентов весомости единичных показателей качества продукции. Из точки на оси ординат, соответствующей известному значению K_i , восстанавливают перпендикуляр до пересечения с линией, соответствующей его коэффициенту весомости M_i , и линейкой измеряют длину полученного отрезка. Определенные таким образом длины отрезков для всех единичных показателей качества складываются, и суммарная длина откладывается от крайней левой точки шкалы Q . При этом по шкале получают значение комплексного показателя качества продукции.

Приведем пример. Имеются следующие исходные данные:

M_i	0,10	0,20	0,25	0,17	0,28
$K_i, \%$	55,0	90,0	64,0	85,0	57,0

При расчете по формуле (2.47) получаем $Q = 69,9 \%$, по формуле (2.48) – $Q = 68,6 \%$, по формуле (2.49) – $Q = 67,3 \%$.

При использовании номограмм значения Q составили соответственно 70,0, 69,0 и 67,0 %.

Уровень качества по комплексному методу определяется отношением обобщенного показателя качества оцениваемого изделия $Q_{\text{оц}}$ к обобщенному показателю базового образца $Q_{\text{баз}}$, т.е.

$$y_k = \frac{Q_{\text{оц}}}{Q_{\text{баз}}}. \quad (2.60)$$

2.9.2.1. Пример получения количественной оценки качества продукции

Данный метод оценки актуален для всех видов изделий, поскольку они обладают комплексом свойств. При оценке качества изделий в настоящее время в основном руководствуются действующими стандартами. Однако они не всегда позволяют сделать правильный вывод, какой же вид продукции является наиболее высококачественным, так как это требует определения многих показателей. Для того чтобы формализовать процедуру оценки качества и выразить единым обобщенным показателем качества, необходимо применить методологию квалиметрии.

При практических расчетах качества, как правило, используют любую ветку дерева свойств (поддерево), простирающуюся не менее чем на два уровня.

Сущность апробированного подхода заключается в следующем. Предполагается, что упорядоченное множество показателей качества изделия представляет собой трехуровневое иерархическое дерево, схематично по-

казанное на рис. 2.23, где на нулевом (0) уровне расположен обобщенный показатель качества $K^{(0)}$, на первом (1) – подмножество сложных и простых показателей, $k_1^{(1)}, \dots, k_n^{(1)}$, на втором (2) – подмножество простых показателей качества, $k_1^{(2)}, \dots, k_n^{(2)}$. Если при такой иерархии между показателями качества первого и второго уровней обеспечивается взаимосвязь

$$k_n^{(1)} = \sum_{j=1}^m \beta_j \cdot k_j^{(2)}, \quad (2.61)$$

то обобщенный показатель качества вычисляется по формуле

$$K^{(0)} = \omega \sum_{j=1}^l \alpha_j \cdot k_j^{(1)}, \quad (2.62)$$

где ω – функция вето, равная нулю, если хотя бы один из показателей находится на неприемлемом уровне, и единице – в остальных случаях;

α_j и β_j – коэффициенты весомости показателей качества, соответственно, первого и второго иерархических уровней, связанные условием:

$$\sum_{j=1}^m \beta_j = 1; \quad \sum_{j=1}^l \alpha_j = 1.$$

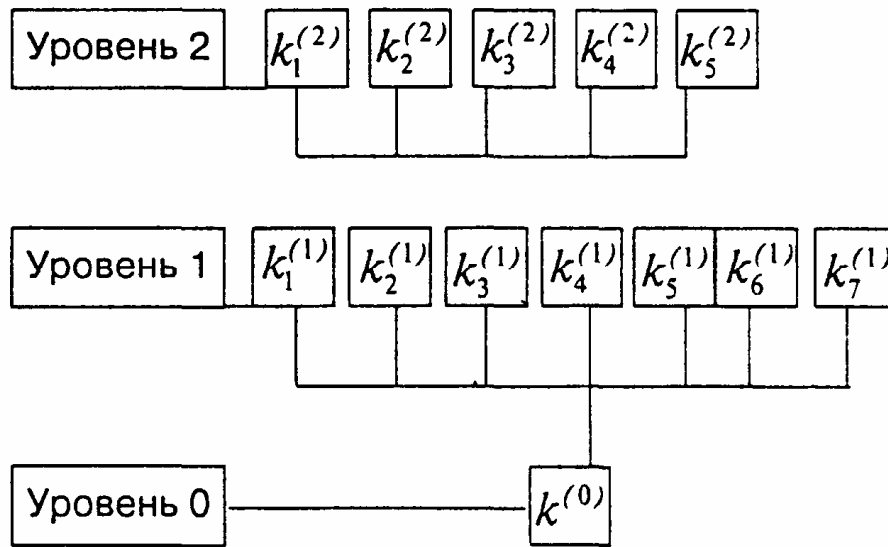


Рис. 2.23. Дерево показателей качества для изделий

Нормированные оценки для показателей качества k_j , входящих в уравнение (2.62), рассчитываются по формуле

$$k_j = \exp\{-\exp[0,5 - 3,5R]\}, \quad (2.63)$$

где для перевода натуральных значений показателей качества r в нормированный вид R используются следующие зависимости:

– для откликов, ограниченных с одной стороны,

$$R = \begin{cases} (r - r_{\min}) / 2J_r, r \in [r_{\min}; r_{\max}]; \\ (r_{\max} - r) / 2J_r, r \in [r_{\min}; r_{\max}]; \\ 0, r < r_{\min} \\ 0, r > r_{\max} \end{cases} \quad (2.64)$$

– для откликов, ограниченных с двух сторон,

$$R = \begin{cases} (r - r_{\min}) / J_r, r \in [r_{\min}; 0,5(r_{\max} + r_{\min})]; \\ (r_{\max} - r) / J_r, r \in [0,5(r_{\max} + r_{\min}); r_{\max}]; \\ 0, r < r_{\min} \\ 0, r > r_{\max} \end{cases} \quad (2.65)$$

В соотношениях (2.64), (2.65) $J_r = 0,5(r_{\max} - r_{\min})$ – интервал варьирования натуральных значений показателей качества.

На основе функции двойной экспоненты (2.63) наряду с количественной оценкой можно сформировать качественную шкалу желательности как для искомых свойств, так и для обобщенного показателя качества $K^{(0)}$:

Т а б л и ц а 2.23

Стандартные отметки на шкале желательности

Желательность	Отметки на шкале желательности
Очень хорошо	1,00-0,80
Хорошо	0,80-0,63
Удовлетворительно	0,63-0,37
Плохо	0,37-0,20
Очень плохо	0,20-0,00

Пример. Сравнительная оценка цветных железозоксидных пигментов вызывает затруднения. Применение принципов квалиметрии позволяет достаточно корректно решить эту задачу.

Показатели качества пигментов, которые были использованы при оценке, представлены в табл. 2.24. Для выбора функций нормирования необходимо выяснить, какое значение каждого показателя является лучшим. Так, при сравнении показателей яркости, насыщенности лучшим значением является наибольшее, поэтому для нормирования была применена функция (2.64) – первая строчка. Для нормирования таких показателей, как укрывистость, плотность, маслосмекость, применили функцию (2.64) – вторая строчка, так как лучшее значение этих показателей является

наименьшим. Поскольку для показателя «рН водной вытяжки» имеется ограничение с двух сторон и наилучшие значения равны 7-7,5, была использована функция нормирования (2.65).

Т а б л и ц а 2.24

№ пигмента	Пигмент	Показатель качества					
		Укрывистость, г/м ²	Маслоемкость, г/100 г	рН водной вытяжки	Плотность, кг/м ³	Яркость цвета, %	Насыщенность тона, p, %
1	Охра	90	40	7,5	3050	22,5	77
2	Сиена	95	65	7,0	3200	25	29
3	Сурик	20	17,5	7,0	3900	15,0	32,5
4	Мумия	32,5	20,5	7,0	3500	9,5	63
5	Умбра	20	92,5	7,0	2950	10,0	10,0
6	Желтый	16	52,5	5,25	3850	38,5	77
7	Красный	7	30	6,25	4750	9,95	52

Полученные отклики нормированных показателей свойств и обобщенного показателя качества представлены в табл. 2.25.

При расчете обобщенного показателя качества нами принято, что все значения коэффициентов весомости равны. В общем случае коэффициенты весомости выбираются на основе экспертных оценок.

По значению обобщенного показателя качества пигменты располагаются следующим образом:

мумия>сурик>охра>охра>желтый>красный>умбра>сиена.

Наибольший обобщенный показатель качества у пигментов мумия (0,84) и сурик (0,82), что соответствует оценке «очень хорошо». Пигменты охра, желтый, красный, умбра и сиена характеризуются оценкой «хорошо». Однако из них наиболее высокий обобщенный показатель имеет охра (0,78).

2.9.2.2. Определение конкурентоспособности продукции с использованием функции желательности

Одним из способов построения обобщенного отклика является обобщенная функция желательности Харрингтона. В основе построения этой обобщенной функции лежит идея преобразования натуральных значений частных откликов в безразмерную шкалу желательности или предпочтительности. Для получения шкалы желательности можно воспользоваться готовыми разработанными таблицами соответствий между отношениями предпочтения в эмпирической и числовой (психологической) системах.

Функция определена в интервале 0...1 и используется в качестве безразмерной шкалы, названной шкалой желательности, для оценки уровней параметров сравниваемых объектов (изделий).

С помощью шкалы желательности оцениваются параметры объектов или изделий с точки зрения их пригодности к использованию, или желательности, по отношению к какому-либо практическому применению. Каждому фактическому значению функции желательности придается конкретный экономический смысл, связанный с уровнем конкурентоспособности исследуемого объекта или изделия. Причем значение функции желательности, равное 0, соответствует неприемлемому уровню параметра, при значении которого изделие непригодно для выполнения стоящих перед ним задач; значение функции желательности, равное 1,00, соответствует полностью приемлемому уровню параметра либо такому значению параметра, при котором дальнейшее улучшение нецелесообразно или невозможно. Промежуточные значения функции желательности, их экономическая характеристика приведены в табл. 2.25.

Т а б л и ц а 2.25

Полученные отклики нормированных показателей свойств
и обобщенного показателя качества

№*	Укры- вистость, г/м ²		Маслоем- кость, г/100 г		рН водной вытяжки		Плот- ность, кг/м ³		Яркость цвета, %		Насыщен- ность тона, p, %		Цвет K ₃ ⁽¹⁾	K ⁰
	R ₁ ⁽¹⁾	K ₁ ⁽¹⁾	R ₂ ⁽¹⁾	K ₂ ⁽¹⁾	R ₃ ⁽¹⁾	K ₃ ⁽¹⁾	R ₄ ⁽¹⁾	K ₄ ⁽¹⁾	R ₅ ⁽¹⁾	K ₅ ⁽¹⁾	R ₆ ⁽¹⁾	K ₆ ⁽¹⁾		
1	0,06	0,26	0,7	0,87	2	0,99	0,94	0,82	0,45	0,71	1,00	0,95	0,83	0,78
2	0	0,19	0,37	0,63	1,55	0,99	0,86	0,82	0,53	0,78	0,3	0,57	0,67	0,68
3	0,85	0,92	1,00	0,95	1,55	0,99	0,47	0,73	0,19	0,43	0,35	0,62	0,52	0,82
4	0,71	0,87	0,96	0,94	1,55	0,99	0,69	0,64	0	0,19	0,83	0,91	0,55	0,84
5	0,85	0,92	0	0,19	1,55	0,99	1,00	0,56	0,02	0,57	0	0,19	0,38	0,69
6	0,90	0,93	0,53	0,78	0	0,19	0,5	0,76	1,00	0,95	1,00	0,95	0,95	0,72
7	1,00	0,95	0,83	0,91	0,89	0,93	0	0,19	0,01	0,21	0,66	0,85	0,53	0,70

*№ пигмента по табл. 2.24.

Значение частного отклика, переведенное в безразмерную шкалу желательности, называется частной желательностью d_u ($u=1, 2, \dots, n$). Шкала желательности имеет интервал от нуля до единицы. Значение $d_u=0$ соответствует абсолютно неприемлемому уровню данного свойства, а значение $d_u=1$ – самому лучшему значению свойства. В табл. 2.25 представлены числа, соответствующие некоторым точкам кривой, которая задается уравнением $d=e^{-e^{-y}}$ или $d=\exp[-\exp(-y)]$. На оси ординат нанесены значения желательности, изменяющиеся от 0 до 1. По оси абсцисс указаны значения отклика, записанные в условном масштабе. За начало отсчета 0 по этой оси выбрано значение, соответствующее желательности 0,37. Симметрично относительно нуля на оси y' (y' – кодированная шкала) расположены кодированные значения отклика. Значение на кодированной шкале принято выбирать от 3 до 6.

При установлении границ допустимых значений для частных откликов нужно иметь в виду, что ограничения могут быть односторонними в виде $y_u \leq y_{\max}$ или $y_u \geq y_{\min}$ и двусторонними в виде $y_{\min} \leq y_u \leq y_{\max}$. Здесь возможны две ситуации. Первая, самая благоприятная, возможна, если экспериментатор располагает инструкцией, в которой четко сформулированы требования ко всем частным откликам, т. е. имеется спецификация с одним или двумя ограничивающими пределами. Тогда отметка на шкале желательности $d_u=0,37$ соответствует y_{\min} , если имеется одностороннее ограничение $y_u \geq y_{\min}$ или y_{\max} для $y_u \leq y_{\max}$. В случае двустороннего ограничения этой отметке ставится в соответствие y_{\max} и y_{\min} . Во второй ситуации спецификация отсутствует, тогда ограничения на шкале и другие отметки делаются субъективно. В этом случае желательно учесть мнения нескольких специалистов. При обобщении ряда мнений и установлении степени согласованности между различными специалистами можно воспользоваться методом ранговой корреляции.

Если хотя бы один частный отклик, входящий в комплекс параметров качества материала, не удовлетворяет требованиям спецификации, то этот материал не может быть использован по назначению. Обобщенная функция желательности весьма чувствительна к малым значениям частных желательностей. В обобщенную функцию желательности могут входить самые разнообразные частные отклики: технологические, технико-экономические, экономические, эстетические и т. п.

Обобщенная функция желательности является количественным, однозначным, единым и универсальным показателем качества исследуемого объекта, обладает такими свойствами, как адекватность, эффективность и статистическая чувствительность.

Процедура получения оценки уровня параметра изделия по шкале (функции) желательности f включает следующие этапы:

а) определение значений приведенного параметра x , соответствующих узловым точкам шкалы желательности f ;

б) определение значений параметра p , соответствующих границам интервалов шкалы желательности f ;

в) определение коэффициентов аппроксимации по данным x и p ;

г) вычисление значения x для конкретного значения оцениваемого параметра p ;

д) определение значения функции желательности f для оцениваемого параметра.

Очевидно, что результаты сравнительной оценки конкурентоспособности различных изделий-аналогов будут в значительной степени зависеть от того, какие конкретные значения на шкале параметров будут поставлены в соответствие границам интервалов шкалы желательности. Если

заранее неизвестны требования конкретных потребителей, данный метод рекомендует придерживаться следующих правил:

а) за $f = 1,00$ принимается уровень параметра, превышающий лучший мировой, или максимально возможный уровень, или уровень, улучшить который не имеет смысла;

б) за $f = 0,80$ принимается лучший мировой уровень, то есть наилучшее значение параметра среди всех рассматриваемых изделий;

в) за $f = 0,20$ – самый низкий уровень среди всех рассматриваемых изделий;

г) за $f = 0,00$ – наиболее низкий уровень значения исследуемого параметра изделия, который можно себе представить;

д) интервал на шкале параметров, соответствующий значениям функции желательности $f = 0,20 \dots 0,80$, следует разбить равномерно.

В качестве критериев оценки могут быть приняты как количественные, так и качественные измерители.

Имея оценки уровней отдельных параметров изделия, рассчитываем уровень конкурентоспособности всего изделия с помощью обобщенной функции желательности F :

$$D = \sqrt[n]{\prod_{u=1}^n d_u}, \quad (2.67)$$

где d – значение функции желательности для i -го параметра изделия;

n – количество анализируемых параметров изделия.

Сравнивая значение D различных изделий, определяем изделие, обладающее в данное время наилучшей совокупностью потребительских свойств. Этому изделию будет соответствовать наибольшее значение обобщенной функции желательности.

Рассмотрим пример расчета обобщенного показателя качества железобетонных фундаментов на основе обобщенной функции желательности. Согласно ГОСТ 23972–80 «Фундаменты железобетонные для параболических лотков» качество железобетонных фундаментов оценивается рядом характеристик. Для этих свойств установлены допустимые границы, несоблюдение которых указывает на непригодную продукцию (табл. 2.26).

Т а б л и ц а 2.26

Допустимые границы основных свойств

Свойства изделия	Допустимые границы
y_1 – прочность на сжатие, кгс/см ²	≥ 140
y_2 – массовое водопоглощение, %	≤ 5
y_3 – водопроницаемость, атм	≥ 2
y_4 – морозостойкость, цикл.	≥ 100

На основании данных табл. 2.26 были построены шкала желательности и соответствующие шкалы откликов (рис. 2.24).

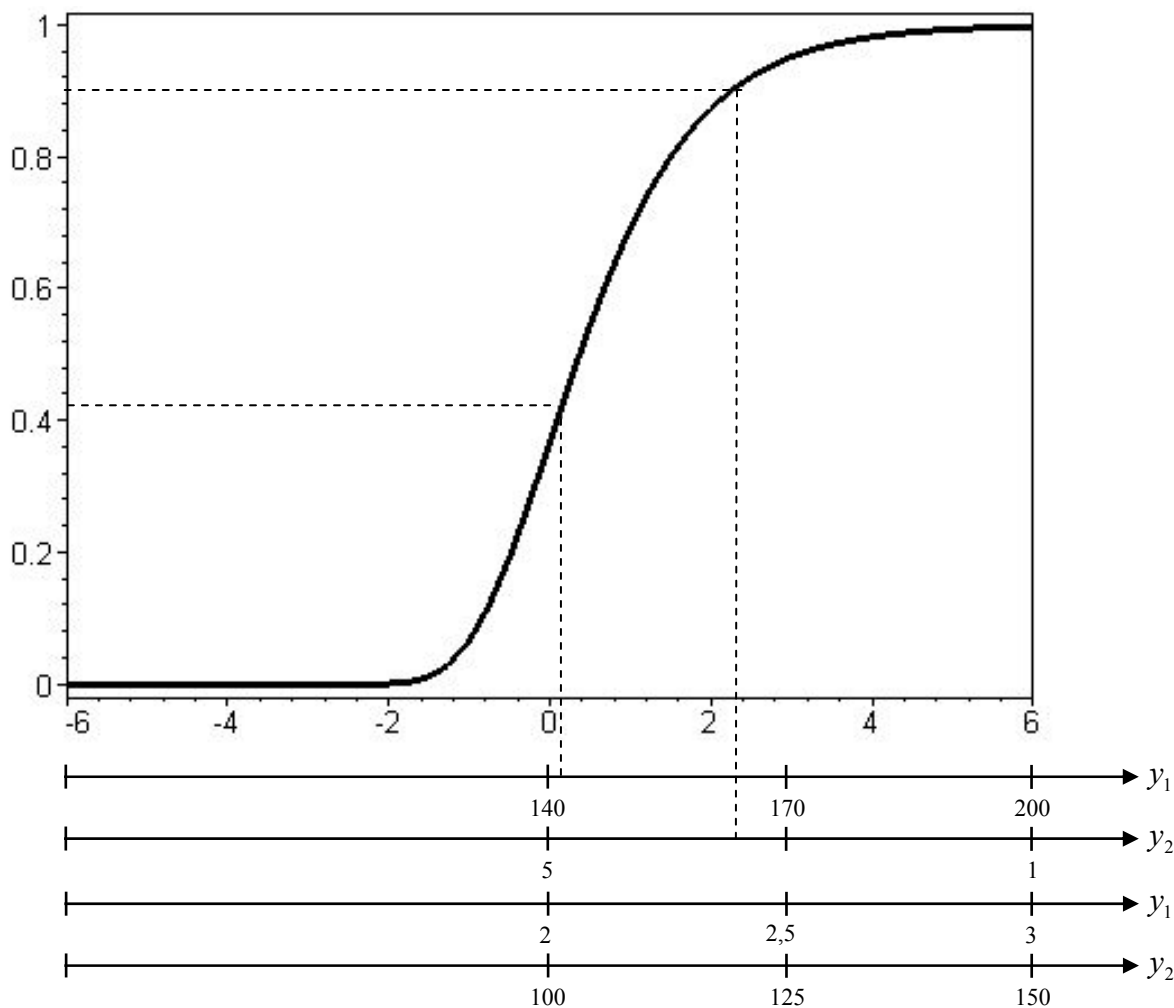


Рис. 2.24. Шкала желательности для железобетонных фундаментов

При оценке пригодности партий готовой продукции были получены натуральные отклики, на основании которых определялись частная желательность и обобщенные показатели (табл. 2.27).

Качество готовой продукции оценивалось по следующим обобщенным показателям:

$$D_1 = \sqrt[4]{d_1 \cdot d_2 \cdot d_3 \cdot d_4} \text{ и } D_2 = \sqrt[2]{d_1 \cdot d_4} .$$

Полученные значения позволяют делать выводы о пригодности изделий из проверенных партий либо по всем четырем показателям, либо по выбранным двум. Кривую желательности можно использовать как номограмму для быстрого и достаточно точного определения обобщенного показателя качества продукции.

Таблица 2.27

Натуральные и обобщенные по функции желательности отклики

№	Натуральные отклики				Частная желательность				Обобщенный показатель			
	y_1	y_2	y_3	y_4	d_1	d_2	d_3	d_4	D_1	Оценка	D_2	Оценка
1	144	4	2,5	110	0,98	0,65	0,88	0,58	0,61	Удовл.	0,49	Удовл.
2	156	4	2,7	122	0,66	0,65	0,98	0,62	0,71	Хорошо	0,64	Хорошо
3	172	3	2,5	140	0,9	0,88	0,88	1,00	0,91	Оч. хор.	0,95	Оч. хор.
4	141	1	2,1	132	0,39	1,00	0,48	0,85	0,63	Удовл.	0,58	Удовл.
5	190	2	2,9	120	1	0,99	1,00	0,79	0,94	Оч. хор.	0,89	Оч. хор.
6	180	2	3,0	100	0,97	0,99	1,00	0,37	0,77	Хорошо	0,60	Удовл.
7	160	3	2,6	150	0,74	0,88	0,95	1,00	0,89	Оч. хор	0,86	Оч. хор
8	182	4	2,4	140	0,98	0,58	0,78	1,00	0,82	Оч. хор	0,99	Оч. хор

Шкала желательности может использоваться также в случаях двустороннего ограничения (рис. 2.25).

Пример. К основным физико-механическим свойствам щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси ЦМА-10 в соответствии с ГОСТ 31015–2002 для II, III климатических зон относятся такие показатели качества, как водонасыщение (%), пористость минеральной части (%), остаточная пористость (%).

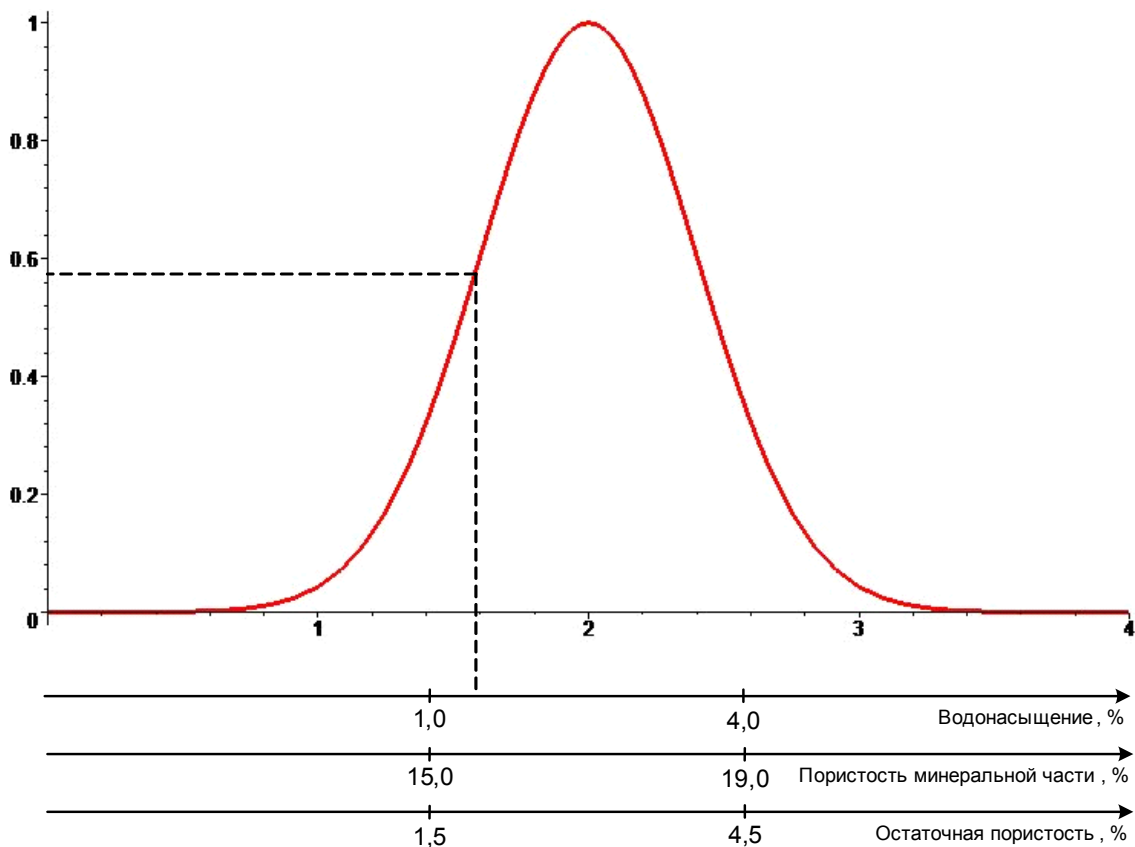


Рис. 2.25. Шкала желательности для показателей с двусторонним ограничением (на примере щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси ЦМА-10)

Эти показатели в соответствии с ГОСТ 31015–2002 имеют двустороннее ограничение:

Водонасыщение, % – 1,0-4,0.

Пористость минеральной части, % – 15-19.

Остаточная пористость, % – 1,5-4,5.

Обобщенный показатель качества для случая двустороннего ограничения рассчитывается аналогично случаю одностороннего ограничения.

2.9.2.3. Сравнительный анализ качества продукции с использованием комплексного метода оценки

С целью проведения сравнительного анализа нескольких образцов продукции необходимо получить комплексную оценку их качества.

Обобщенный показатель качества предлагается вычислять по формуле

$$K_j^{(O)} = \sum_{i=1}^n M_{ij} K_{ij}, \quad (2.68)$$

где $j=1 \dots 6$ – группы потребителей;

n – количество показателей качества, учитываемых при расчете технического уровня;

M_{ij} – коэффициент весомости каждого i -го показателя качества j -й группы потребителей;

K_{ij} – относительный показатель качества продукции, вычисляется по следующим формулам:

$$K_{ij} = \frac{P_j}{P_{j(\max)}}, \text{ если увеличение показателя } P_j \text{ повышает}$$

технический уровень продукции;

$$K_{ij} = \frac{P_{j(\min)}}{P_j}, \text{ если увеличение } P_j \text{ приводит к снижению}$$

технического уровня продукции.

Потребительская полезность изделия определяется по следующей формуле:

$$\Pi = \frac{K_j^{(O)}}{K_{j(\max)}^{(O)}}. \quad (2.69)$$

Пример. Для примера рассмотрим пластиковые окна размером 1700×1500 различных производителей. Для расчета показателя технического уровня продукции возьмем четыре показателя (сопротивление теплопередаче, изоляция воздушного шума транспортного потока, коэффициент светопропускания, воздухопроницаемости), остальные показатели не

рассматриваются. Абсолютные показатели качества изделий, принятых для сравнительного анализа, указаны в табл. 2.28.

Для расчета комплексного показателя качества данной продукции введено несколько групп потребителей со своими коэффициентами весомости, полученными экспертным методом (табл. 2.29).

Т а б л и ц а 2.28

Абсолютные показатели качества изделий

Показатели качества	Производители			
	«Пластико-НТ»	«Бастион»	«Самарские оконные конструкции»	«Нобелевские окна»
Сопротивление теплопередаче, $\frac{m^2 \cdot C}{Bt}$	0,61	0,62	0,61	0,61
Изоляция воздушного шума транспортного потока, дБ	27	26	27	27
Коэффициент светопропускания	0,48	0,41	0,35	0,47
Воздухопроницаемость, $\frac{m^3}{x \cdot m^2}$	3,5	3,3	3,2	3,3
Средняя цена, тыс.руб./м ²	4,08	5,25	5,03	8,00

Т а б л и ц а 2.29

Коэффициенты весомости показателей качества

Показатели качества	Экспертная оценка показателей (значимость) для групп потребителей		
	Население со средним доходом	Обеспеченные слои населения	Строительные фирмы
Сопротивление теплопередаче	0,2	0,3	0,15
Изоляция воздушного шума транспортного потока	0,2	0,3	0,15
Коэффициент светопропускания	0,1	0,2	0,1
Воздухопроницаемости	0,12	0,2	0,1
Средняя цена	0,38	0	0,5

Результат расчетов сводим в табл. 2.30.

Принимая во внимание среднее значение потребительской стоимости среди рассмотренных групп потребителей, можно сделать вывод о том, что наиболее конкурентоспособной будет продукция предприятия ООО «Пластокно-НТ».

Т а б л и ц а 2.30

Сводная таблица результатов расчета

Материал основы изделия	«Пластокно-НТ»	«Бастион»	«Самарские оконные конструкции»	«Нобелевские окна»
Население со средним доходом				
Комплексный показатель качества изделия	0,986	0,889	0,897	0,804
Потребительская полезность изделия, %	100	90,2	91,0	81,5
Обеспеченные слои населения				
Комплексный показатель качества изделия	0,977	0,954	0,94	0,984
Потребительская полезность изделия, %	99,3	97,0	95,5	100
Строительные фирмы				
Комплексный показатель качества изделия	0,988	0,866	0,876	0,747
Потребительская полезность изделия, %	100	87,7	88,7	75,6

2.9.3. Смешанный метод оценки уровня качества продукции

Достаточно часто при оценке качества продукции, имеющей большую номенклатуру показателей качества, с помощью дифференциального метода практически невозможно сделать строго обоснованный вывод, а использование только одного комплексного метода в таком случае тоже не позволяет объективно учесть все значимые свойства оцениваемой продукции. В связи с этим при оценке уровня качества сложной продукции используют смешанный метод, основанный на совместном применении единичных и комплексных показателей качества. Следовательно, при смешанном методе оценки уровня качества изделий одновременно используют дифференциальный и комплексный методы.

Смешанный метод оценки уровня качества промышленной продукции используют во всех случаях, когда [28]:

- единичных показателей качества достаточно много, они разнообразны, а анализ значений каждого показателя затруднителен, что не дает возможности сделать обобщающий вывод о качестве продукции;

- обобщающий показатель уровня качества, определяемый комплексным методом, недостаточно полно учитывает все значимые свойства

продукции и поэтому неадекватно характеризует качество анализируемых изделий.

Сущность смешанного метода состоит в следующем [28]:

1. Все или часть единичных показателей качества объединяют в группы, для которых определяют комплексный показатель. Объединение единичных показателей в группы производится в зависимости от цели оценки качества: при проектировании и конструировании изделия, при изготовлении и на различных этапах эксплуатации. Наиболее значимые и характерные единичные показатели можно в группы не включать, а рассматривать их наряду с групповыми.

2. Численные значения полученных комплексных показателей и самостоятельно учитываемых единичных показателей сопоставляют с соответствующими базовыми показателями, т.е. применяют принцип дифференциального метода оценки уровня качества продукции.

При смешанном методе оценку уровня качества технической продукции рассчитывают по формуле

$$Y_{\text{к}} = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{P_{i\text{баз}}} : n + \frac{Q}{Q_{\text{баз}}} \quad (2.70)$$

или

$$Y_{\text{к}} = \sum_{i=1}^n q_i \frac{P_i}{P_{i\text{баз}}} + \frac{Q}{Q_{\text{баз}}}, \quad (2.71)$$

где n – число единичных показателей, учитываемых самостоятельно;

m_i – параметр (коэффициент) весомости i -го показателя качества (свойства).

Показатель $Y_{\text{к}}$, полученный смешанным методом оценки уровня качества продукции, является обобщенным и комплексным одновременно.

2.9.4. Метод интегральной оценки уровня качества изделий

Интегральным показателем качества $P_{\text{ин}}$ называется итоговый комплексный показатель, характеризующий в наиболее общей форме эффективность работы изделия.

Интегральный показатель качества принимают для расчета $Y_{\text{ин}}$ тогда, когда установлен суммарный полезный эффект от эксплуатации и суммарные затраты на создание и эксплуатацию изделия. Интегральный показатель качества есть комплексный показатель в виде отношения суммарного полезного эффекта от эксплуатации к суммарным затратам на его создание, приобретение, монтаж у потребителя и т.д. Его рассчитывают либо как отношение суммарного полезного эффекта, выраженного в

натуральных единицах измерения, от эксплуатации изделия к затратам на ее создание и эксплуатацию за весь срок службы [28]:

$$P_{\text{ин}} = \frac{W}{(K_c + Z_3)} \quad (2.72)$$

либо как обратное отношение этих затрат к полезному эффекту:

$$P_{\text{ин}} = \frac{(K_c + Z_3)}{W}, \quad (2.73)$$

где W – полезный эффект, т.е. количество единиц продукции;

K_c – суммарные капиталовложения, включающие оптовую цену, а также затраты на установку и т.д.;

Z_3 – эксплуатационные затраты за весь срок службы изделия.

В первом случае интегральный показатель качества характеризуется полезным эффектом, приходящимся на одну денежную единицу суммарных затрат, а во втором – суммой затрат в денежных единицах, приходящихся на единицу полезного эффекта. Эти формулы справедливы для срока службы изделия до одного года.

При сроке службы изделия более одного года интегральный показатель качества вычисляют по формуле

$$P_{\text{ин}} = \frac{W}{K_c \varphi(t) + Z_3}, \quad (2.74)$$

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

$$\varphi(t) = \frac{E_n (1 + E_n)^{t-1}}{(1 + E_n)^t - 1}; \quad (2.75)$$

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

Расчет интегрального показателя по формуле (2.74) 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.

Расчетные значения коэффициента $\varphi(t)$ на период до 24 лет при E_n , равном 0,15, приведены в табл. 2.31.

Таблица 2.31

Расчетные значения коэффициента $\varphi(t)$

t	$\varphi(t)$	t	$\varphi(t)$	t	$\varphi(t)$
1	1,000	9	0,182	17	0,144
2	0,539	10	0,174	18	0,142
3	0,381	11	0,166	19	0,140
4	0,304	12	0,160	20	0,139
5	0,262	13	0,156	21	0,138
6	0,244	14	0,152	22	0,137
7	0,210	15	0,149	23	0,136
8	0,194	16	0,146	24	0,135

Несколько упрощенно, когда неизвестен срок эксплуатации изделия, $P_{ин}$ рассчитывают по следующей формуле:

$$P_{ин} = \frac{W}{K_c(1 + E_n)^t + 3_3}. \quad (2.76)$$

Здесь величина коэффициента E_n принимается в зависимости от принятого нормативного срока использования оцениваемого изделия.

Интегральный показатель уровня качества оцениваемого изделия находят как частное от деления значения интегрального показателя качества оцениваемого изделия на соответствующее базовое значение, т.е.

$$Y_{ин} = \frac{P_{ин}}{P_{ин.баз}}. \quad (2.77)$$

2.9.5. Метод оценки уровня качества разнородной продукции

Для оценки уровня качества разнородной продукции используются индексы качества. Под индексом качества продукции понимают комплексный показатель уровня качества разнородной продукции, равный относительному значению средних взвешенных показателей качества оцениваемой и базовой продукции [28].

Основным показателем, применяемым при комплексной оценке уровня качества разнородной продукции, является относительный средний взвешенный арифметический индекс качества I_k :

$$I_k = \frac{\sum_{n=1}^S \beta_n K_{оц}}{\sum_{k=1}^m \beta_k K_{баз}}, \quad (2.78)$$

где s и m – число различных видов оцениваемой и базовой продукции;
 β_n и β_k – коэффициенты весомости n -го оцениваемого и k -го базового вида продукции;

$K_{\text{оц}}$ и $K_{\text{баз}}$ – комплексные показатели качества соответствующих образцов оцениваемой и базовой продукции.

Коэффициенты весомости определяют по формулам:

$$\beta_n = C_n \div \sum_{n=1}^s C_n; \beta_k = C_k \div \sum_{k=1}^m C_k, \quad (2.79)$$

где C_n и C_k – стоимости отдельных образцов n -го и k -го видов сходной, но разнородной продукции.

В тех случаях, когда на предприятии выпускается продукция нескольких сортов, за относительный показатель качества продукции принимается коэффициент сортности (K_c), определяемый как отношение фактической стоимости продукции в оптовых ценах к условной стоимости, т.е. к стоимости при условии, что вся продукция будет выпущена высшим сортом.

Индекс дефектности I_d – это комплексный показатель качества разнородной продукции, который может быть использован для оценки уровня качества изготовления продукции, выпущенной за рассматриваемый интервал времени. Он равен среднему взвешенному коэффициентов дефектности оцениваемой продукции:

$$I_d = \sum_{n=1}^N \alpha_n \sqrt{R_d}, \quad (2.80)$$

где R_d – коэффициент дефектности продукции n -го вида, являющийся показателем качества изготовления данной продукции,

N – число видов оцениваемой разнородной продукции,

α_n – коэффициент весомости данного вида продукции,

$$\alpha_n = C_n \div \sum_{n=1}^N C_n, \sum_{n=1}^N \alpha_n = 1; \alpha_n \geq 0; \quad (2.81)$$

здесь C_n – планируемый или реальный объем выпуска продукции n -го вида в денежном выражении.

Коэффициент дефектности определяют при выборочном (или полном) инспекционном контроле готовой продукции. Он является характеристикой средних потерь, вызванных дефектами и приходящихся на единицу определенного вида продукции:

$$R_d = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m \phi_i S_i, \quad (2.82)$$

где n – число проверенных экземпляров продукции (объем выборки);

m – число всех видов дефектов, встречающихся в данной продукции при выборке;

S_i – количество дефектов I-го вида;

φ_i – коэффициент весомости I-го вида дефектов (в долях затрат или в баллах).

При серийном производстве учетные данные контроля для n единиц проверок продукции за определенный промежуток времени группируются по одноименным видам и для группы подсчитывается их число S_i . Коэффициенты весомости дефектов определяются стоимостным способом.

Индексы дефектности и коэффициенты дефектности продукции рекомендуется использовать при оценке уровня качества продукции на крупных предприятиях.

При стоимостном способе определения коэффициентов весомости дефектов уровень качества изготовления определяется по формуле

$$Y_k = 1 - \frac{R_d}{C}. \quad (2.83)$$

Пример. Определить коэффициент дефектности R_d и уровень качества изготовления Y_k для изделия при стоимости его изготовления $C=870$ руб. и объеме выборки $n=30$ шт. Исходные данные для расчета приведены в табл. 2.32.

Т а б л и ц а 2.32

Исходные данные для расчета

№ п/п	Коэффициент весомости φ_i , руб.	Число дефектов m_i	$S_i = \varphi_i m_i$
1	0,03	142	4,26
2	0,21	7	1,47
3	0,10	4	0,4
4	20,00	12	240
5	3,04	130	395,2
6	0,02	27	0,54

$$\sum_{i=1}^6 \varphi_i m_i = 641,87$$

По данным табл.2.32 определяют коэффициент дефектности:

$$R_d = \frac{641,87}{30} = 21,4.$$

Уровень качества изготовления вычисляют по формуле

$$Y_k = 1 - \frac{21,4}{870} = 0,98.$$

2.10. Основы процесса оценки уровня качества изделий на стадиях жизненного цикла

Кроме обобщенной оценки качества и технического уровня, часто определяют их значения для каждого этапа жизненного цикла изделия [28].

На стадии проектирования и конструирования рассчитывают нормативные показатели качества, а также перспективное значение технического уровня разрабатываемого изделия Y_p . На стадии производства определяют уровень качества изготовления $Y_{изг.}$. На стадии обращения и реализации необходимо установить уровень качества готовой продукции $Y_{г.п.}$ при ее обращении по соответствующим показателям сохраняемости 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

$$Y_k = Y_p + Y_{изг.} + Y_{г.п.} + Y_{экс.} + Y_{ут.} \quad (2.84)$$

2.10.1. Оценка уровня качества разрабатываемого изделия

Стадия разработки нового изделия начинается с изучения потребности покупателей. На основании этого составляют технические требования на продукцию.

Стадия разработки продукции включает на первом ее этапе установление норм (предельных значений) показателей качества и разработку технического задания. Основанием для принятия предельных значений показателей качества разрабатываемого изделия служат характеристики базовых образцов и аналогов, требования отечественных и международных стандартов, технических условий, материалы НИР и ОКР, отзывы потребителей и т.п.

При проектировании и конструировании новой продукции заказчик задает необходимые значения основных технических параметров изделия. Разработчик изделия обоснованно принимает метод оценки и прогнозирования уровня. После этого определяют пределы или диапазоны показателей качества и этим формируют требования к качеству изделия.

При проектировании осуществляют оптимизацию параметров качества.

Оптимальное проектирование – это процесс определения значений основных параметров разрабатываемого изделия, обеспечивающих экстремальные (максимальные или минимальные) значения нескольких технико-экономических характеристик при условии, что другие характеристики удовлетворяют заданной совокупности требований [28].

Стадия разработки продукции включает в себя также создание технического проекта, изготовление и испытание опытных образцов, разработку

рабочего проекта и полного комплекта технической документации в соответствии с требованиями ГОСТ, Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), необходимой для постановки продукции на производство.

В процессе конструирования могут изменяться исходные параметры разрабатываемого изделия, которые были предписаны техническим заданием на разработку и в данном случае для контролирования являются исходными и базовыми. В связи с этим всегда есть необходимость оценить степень соответствия показателей качества окончательно сконструированного изделия с его первоначально заданными (базовыми) техническими и другими характеристиками.

Цель оценки качества на стадии разработки продукции заключается в определении меры соответствия значений отдельных параметров и различных показателей качества разработанной продукции достижениям научно-технического прогресса.

Качество новой продукции зависит от влияния каждого нововведения на соответствующий показатель качества X . Коэффициент влияния j -го нововведения в разрабатываемом изделии на значение показателя X_i определяется по формуле

$$K_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_{i\text{баз}}}, \quad (2.85)$$

где X_{ij} – значение показателя X_i с учетом j -го нововведения;
 $X_{i\text{баз}}$ – базовое значение показателя X_i ;
 j – порядковый номер нововведения.

2.10.2. Оценка уровня качества изготовления изделий

Цель оценки показателей качества и уровня качества продукции на стадии ее изготовления состоит в определении меры соответствия фактических значений параметров и показателей, характеризующих качество изготовленной продукции до начала ее эксплуатации или потребления, установленным требованиям конструкторской документации, стандартов, технических условий. Требуемый уровень качества продукции обеспечивается на стадии изготовления производственно-технологическими методами.

Обычно для определения уровня качества изготовления изделий используют коэффициент дефектности R_d . При известных коэффициентах дефектности уровень качества изготовления изделия $Y_{\text{изг}}$ определяют по формулам [28]:

– при стоимостном методе определения коэффициента дефектности

$$Y_{\text{изг}} = 1 - \frac{R_d}{C}, \quad (2.86)$$

– при балльном методе определения коэффициента дефектности

$$Y_{\text{изг}} = 1 - \frac{R_d}{R_{d \max}}, \quad (2.87)$$

где C – производственная себестоимость изготовления одного изделия;

$R_{d \max}$ – максимально возможное значение R_d для данного изделия,

$$R_{d \max} = Z \cdot d; \quad (2.88)$$

здесь Z – максимальное значение коэффициента весомости в баллах, которое назначается наиболее существенному дефекту;

d – максимально возможное количество наиболее существенных дефектов. Если дефект является критическим, то $d=0$.

Отсюда следует:

- при отсутствии дефектов $Y_{\text{изг}}=1$;
- при предельно низком качестве изготовления изделий $Y_{\text{изг}}=0$.

2.10.3. Оценка уровня качества изделия в эксплуатации

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 [28].

Под уровнем качества изделий в эксплуатации понимают степень соответствия фактических значений показателей качества изделий в процессе их эксплуатации требованиям нормативно-технической документации.

Оценку уровня качества в эксплуатации проводят для более полного использования всех полезных свойств изделия, а также для получения необходимой информации об изменении показателей качества и его обобщенного уровня в процессе эксплуатации.

Под стадией эксплуатации понимается вся послепроизводственная часть существования изделия, включающая использование по назначению, ремонты, транспортирование, хранение и т.п. Эксплуатация сопровождается постепенным ухудшением значений показателей качества изделий.

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.

Иногда целесообразно определять комплексный показатель качества эксплуатации $Z(t)_{\text{экс}}$ в виде суммарных финансовых затрат на работу изде-

лия по назначению, обслуживание и ремонты, отнесенных к единице времени:

$$Z(t)_{\text{эксп}} = \left(\sum_{i=1}^m Z_i(t) + Z_m \right) / t, \quad (2.89)$$

где $Z_i(t)$ – затраты на эксплуатацию изделия с наработкой t , отнесенные к единице времени и к i -му показателю качества;

Z_m – затраты на восстановление значений показателей качества K_i ;

m – число учитываемых показателей качества.

Уровень качества продукции на определенных этапах эксплуатации, оцениваемый, например, по затратам на эксплуатацию в сопоставимых периодах, находят так:

$$y_{\text{эксп}} = \frac{Z'(t)_{\text{эксп}}}{Z(t)_{\text{эксп}}}, \quad (2.90)$$

где $Z(t)_{\text{эксп}}$ – эксплуатационные затраты с наработкой t на момент оценки;

$Z'(t)_{\text{эксп}}$ – затраты в предшествующий период с наработкой t .

По значениям $y_{\text{эксп}}$, полученным в разное время, можно построить зависимость изменения $y_{\text{эксп}}$ при эксплуатации (или использовании) изделия.

2.10.4. Оценка уровня качества изделия при его утилизации

Цель оценки качества изделия на стадии 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 [28].

Оценку уровня качества изделия на стадии его утилизации осуществляют по показателям эффективности процесса утилизации. Целесообразно определять комплексный показатель качества утилизации в виде суммарных финансовых затрат по всем составляющим процесса утилизации $Z(t)_{\text{утил}}$, отнесенных к единице времени:

$$Z(t)_{\text{утил}} = \sum_{i=1}^n Z_{\text{б.перс}} + Z(t)_{\text{ок.ср}} + (Z_{\text{утил}} - \sum O_{\text{возвр}}), \quad (2.91)$$

где $\sum_{i=1}^n Z_{\text{б.перс}}$ – затраты на обеспечение безопасности выполнения персоналом всех i -х работ по утилизации изделия;

$Z(t)_{\text{ок.ср}}$ – затраты на снижение (ликвидацию) вреда окружающей среде при утилизации изделия, отнесенные к единице времени;

- $Z_{\text{утил}}$ – затраты, связанные с утилизацией изделия (исследование способов утилизации, изготовление средств утилизации, демонтаж и разработка, транспортные расходы, изготовление специальных контейнеров и т.д.)
- $\sum O_{\text{возвр}}$ – стоимость используемых остаточных ресурсов утилизированного изделия – общего лома и других компонентов для дальнейшего использования с пониженными требованиями в эксплуатационных свойствах.

Уровень качества изделия на стадии утилизации оценивают по формуле

$$Y_{\text{утил}} = \frac{Z(t)_{\text{утил}i}}{Z(t)_{\text{утил.баз}}}, \quad (2.92)$$

- где $Z(t)_{\text{утил}i}$ – суммарные финансовые затраты процесса утилизации оцениваемого i -го изделия, отнесенные к единице времени;
- $Z(t)_{\text{утил.баз}}$ – суммарные финансовые затраты процесса утилизации базового изделия (аналога), отнесенные к единице времени.

2.11. Подготовка и оформление документа о результатах оценки уровня качества промышленной продукции

В заключении об уровне качества промышленной продукции указывается результат оценки и дается его обоснование. После анализа и выполнения оценки в зависимости от поставленных целей и полученных результатов подготавливаются предложения для принятия решения по разработке, постановке на производство или по совершенствованию изделия. Решения принимаются соответствующими руководителями по результатам оценки с учетом дополнительно проводимых технико-экономических исследований и обоснований наилучшего варианта из подготовленных и изложенных в заключении предложений.

Обычно заключение о техническом уровне изделия состоит из шести разделов.

В **первом** разделе приводят [28]:

- a – назначение и краткую характеристику области применения изделия;
- b – обозначение документа, в соответствии с которым изделие поставляют потребителю;
- v – наименование предприятия или организации-разработчика конструкторской документации на данное изделие;
- z – наименование предприятия – изготовителя изделия и его адрес или только его условное наименование;
- d – дату постановки изделия на промышленное производство;

е – дату проведения аттестации качества и результаты сертификации;
ж – дополнительные сведения об изделии.

Во **втором** разделе указывают:

а – наименования и единицы измерения показателей качества, принятых для оценки уровня качества данного изделия;

б – значения показателей качества, взятых из технического задания, технических условий или других конструкторских документов на данное изделие, либо среднестатистические данные производства и эксплуатации изделий;

в – значения базовых показателей качества и соответствующие номера источников информации, записываемых в пятом разделе, в том числе значения показателей качества, предусмотренные в действующих стандартах на данное изделие; значения показателей качества перспективного образца, значения показателей качества отечественных и лучших зарубежных аналогов ведущих фирм, которые освоены и выпускаются производством не более трех лет, с указанием страны, фирмы или предприятия-изготовителя; модель изделия и год постановки его на производство;

г – значения относительных показателей качества по отношению к показателям перспективного образца или по отношению к показателям аналогов; значения относительных показателей, получаемых дифференциальным, комплексным или смешанным методом определения уровня качества.

Выявление номенклатуры и выбор методики определения относительных показателей качества, номенклатуры и численных значений иных показателей качества следует проводить по отраслевым методикам, разработанным предприятием (или организацией), которое является ведущим в разработке или производстве данного вида изделия. Содержание этих методик должно соответствовать требованиям стандартов на качество продукции.

В случае отсутствия аналогичных изделий используют данные из официальных источников информации, сведения о комплектующих составных частях изделия и другую информацию. Если показатели аналогов ниже показателей качества, установленных действующими стандартами, то данные этих стандартов принимают за показатели аналога.

В **третьем** разделе отмечают страны – возможные потребители данного изделия, а также страны, являющиеся передовыми в части производства изделий данного вида. В этом же разделе отражают патентно-правовые показатели.

В **четвертом** разделе по итогам анализа показателей качества и уровня качества оцениваемого изделия и при необходимости повышения уровня качества изделия по отдельным показателям качества указывают планируемые значения этих показателей и сроки их достижения. Этот раздел

заполняют по данным, полученным при сертификации изделия на качество и при разработке мероприятий по повышению уровня качества.

В **пятом** разделе отражают источники информации (стандарты, журналы, патентные описания, каталоги, обзоры, фирменные проспекты, отчеты о сравнительных испытаниях, данные об эксплуатации и т.д.). При этом указывают: порядковый номер источника; автора или авторов; обозначение, наименование и номер выпуска источника; место, издательство и год выпуска; номера страниц, на которые даются ссылки, или общее количество страниц в источнике. Наименование иностранных источников информации и фирм записываются, как правило, на языке оригинала.

В **шестом** разделе указывают сведения и численные данные, характеризующие общую оценку уровня качества изделия. Кроме того, приводят обоснованные предложения о целесообразности дальнейшего производства, модернизации изделия или снятия его с производства с указанием сроков выполнения предложений.

В случае, когда оцениваемое изделие уступает требуемому уровню и есть необходимость его модернизации, то в заключении должно быть указано, в каком направлении необходимо вести работы, и предложены варианты совершенствования изделия.

Методика формирования вариантов совершенствования оцененного по техническому уровню изделия следующая:

1. Производится выборка тех показателей качества оцениваемого изделия, которые снижают значение итогового показателя технического уровня изделия.

2. Задается величина шага улучшения значений по каждому из выбранных показателей.

3. Последовательно изменяются значения разных показателей качества изделия на один, два и т.д. шагов.

4. Каждый вариант улучшения проверяется на соответствие мировому уровню. При этом:

– если соответствие мировому уровню данным вариантом достигается, то он фиксируется и значения его показателей больше не изменяются;

– если соответствие мировому уровню данным вариантом не достигается, то значения выбранных показателей качества последовательно задаются на их улучшение до того, как будет получено численное соответствие их мировому уровню.

5. Формируются все возможные варианты совершенствования изделия до заданного уровня с минимальными улучшениями значений его показателей качества

Процедура формирования вариантов совершенствования изделий осуществляется по специально разрабатываемой программе.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные этапы построения дерева свойств.
2. Какие правила необходимо соблюдать при построении дерева свойств?
3. Каким образом производится оценка меры принадлежности частных показателей к той или иной группе комплексных показателей качества?
4. Что такое весомость свойств качества?
5. Назовите основные этапы упрощенного экспертного метода оценки качества продукции.
6. Основные измерительные шкалы, используемые в рамках экспертного метода.
7. В чём преимущества попарного сопоставления?
8. Последовательность определения значений коэффициентов весомости методом последовательного сопоставления.
9. Определение компетентности экспертов.
10. Каким образом вычисляется общий показатель уровня качества продукции?
11. Что включает стадия разработки продукции?
12. Что Вы понимаете под оптимальным проектированием?
13. Что является целью оценки уровня качества продукции на стадии ее изготовления?
14. Каким образом проводят оценку уровня качества эксплуатируемого изделия?
15. Каким образом получают количественную оценку уровня качества изделия на стадии его утилизации?

3. ЭФФЕКТИВНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОДУКЦИИ

3.1. Общие сведения

Эффективное управление выпуском качественной и конкурентоспособной продукции предполагает планирование, управление, обеспечение и улучшение качества. С учетом многообразия инструменты качества принято делить на три большие группы: простые методы; новые инструменты; новейшие инструменты.

Простые инструменты качества образуют эффективную систему методов контроля и анализа качества. К ним относятся: контрольный листок, гистограмма, метод стратификации, причинно-следственная диаграмма (диаграмма Исикавы), диаграмма Парето, диаграмма разброса (рассеивания) и контрольные карты процессов. Описание каждого метода с указанием преимуществ и недостатков представлено в табл. 3.1.

Т а б л и ц а 3.1

Простые инструменты качества

Наименование метода	Описание метода [39]	Преимущества и недостатки
1	2	3
Контрольный листок	Имеет единую форму для регистрации и подсчета данных, получаемых в результате наблюдений или испытаний контролируемых показателей в течение определённого времени. Данные могут быть целочисленными и интервальными Основное назначение – представление информации в простом и удобном виде, с учетом распределения данных по категориям, показывающим, как часто возникают события	<u>Преимущества:</u> легкость применения, упорядочение значений для работы с другими методами, применение одной формы для регистрации <u>Недостатки:</u> событие остается незарегистрированным, если оно не определено в контрольном листе
Гистограмма	Гистограммой называют ступенчатую фигуру, состоящую из прямоугольников, основаниями которых служат частичные интервалы длиной h , а высоты представляют собой плотность частоты. Гистограмма служит для обобщения цифровых значений и отображает зависимость частоты попадания параметров в определенный интервал значений	<u>Преимущества:</u> наглядность, простота использования и применение; позволяет легко найти пути решения проблемы <u>Недостатки:</u> модель, построенная по малым выборкам, не позволяет сделать достоверные выводы

Окончание табл. 3.1

1	2	3
Метод стратификации	Позволяет разделить полученные значения на подгруппы по определенному признаку	<u>Преимущества:</u> наглядность, простота освоения и применения <u>Недостатки:</u> низкая эффективность при проведении анализов сложных процессов
Диаграмма Исикавы	Применяется при разработке и непрерывном совершенствовании продукции. Она обеспечивает системный подход к определению фактических причин возникновения неполадок	<u>Преимущества:</u> является основой для обсуждения разнообразных причин возникновения проблемы; позволяет группировать причины в самостоятельные категории; легко осваиваемая и применима <u>Недостатки:</u> метод является слишком нечетким и объемным; нельзя представить причинно-следственные связи в соединении друг с другом
Диаграмма Парето	Диаграмма является графическим прототипом правила Парето. Правило показывает, что значительное число дефектов возникает из-за не определенного числа причин. Используется при выявлении наиболее существенных факторов, влияющих на возникновение несоответствий. Диаграмма Парето и правило Парето позволяют отделить важные факторы от малозначимых и несущественных	<u>Преимущества:</u> в первую очередь устраняются наиболее значимые проблемы; легка для применения и понимания <u>Недостатки:</u> сложно оценить значимость проблем, если не учитывается стоимость последствий
Диаграмма разброса	Показывает характер взаимодействия между двумя переменными. Необработанные данные изображаются как функция двух переменных, между которыми существует взаимосвязь. Взаимосвязь может быть положительной, отрицательной, либо отсутствовать вообще	<u>Преимущества:</u> наглядность и простота оценки <u>Недостатки:</u> при построении сложной диаграммы возможны неправильные выводы
Контрольные карты	Используется для контроля состояния производственного процесса во времени и организации внесения изменений в ход процесса до того, как он выйдет из-под контроля. В случае статистически неуправляемого процесса проводятся корректирующие мероприятия	<u>Преимущества:</u> при наличии значимых проблем принимается решение до того, как начнется выпуск дефектной продукции; позволяет улучшить показатели качества <u>Недостатки:</u> сложность выбора типа контрольных карт

Помимо представленных выше инструментов существуют новые, усовершенствованные инструменты управления качеством, такие, как:

- мозговая атака (штурм);
- диаграмма сродства;
- диаграмма связей;
- древовидная диаграмма;
- матричная диаграмма (таблица качества);
- стрелочная диаграмма;
- поточная диаграмма;
- матрица приоритетов.

Все эти инструменты позволяют решать проблемы управления качеством путем анализа фактов, представленных не в численной, а в какой-либо другой форме. Описание каждого метода дано в табл. 3.2.

Т а б л и ц а 3.2

Новые инструменты качества

Наименование метода	Описание метода	Преимущества и недостатки
1	2	3
Мозговая атака (штурм)	Форма коллективного творчества решения поставленных проблем. Метод широко применяется в различных сферах трудовой деятельности. Метод мозгового штурма – это генерирование идей в короткий отрезок времени, выдвижение новых идей, нахождение решений в сложных ситуациях. Наиболее продуктивно метод работает в группах, при коллективном творчестве с учетом взаимодействия участников группы [40]	<u>Преимущества:</u> для предложения новых идей не требуется привлекать высококвалифицированных экспертов; прост в использовании и понимании <u>Недостатки:</u> сложность формирования рабочей группы
Диаграмма сродства	Диаграмма предназначена для упорядочивания большого количества качественных данных. Группировка осуществляется по принципу родственности информации. Отдельная группа представляет собой группу, выделенную по определенному признаку, присущему только данной группе. Если необходимо сопоставить большое количество неоднородных факторов или сложно охватить связь данных, когда выполняется работа в команде, то применяется диаграмма сродства. В большинстве случаев диаграмма сродства необходима для обработки результатов «мозгового штурма»	<u>Преимущества:</u> наглядность и простота использования данных. <u>Недостатки:</u> субъективность распределения данных

Окончание табл. 3.2

1	2	3
<p>Диаграмма связей</p>	<p>Диаграмма связей – это инструмент управления качеством, основанный на определении логических взаимосвязей между данными. Применяется для сопоставления причин и следствий по определенной исследуемой проблеме. Диаграмма связей может быть использована совместно с диаграммой сродства. При применении данного метода решаются комплексные проблемы в ситуации, когда действует множество факторов. Для построения диаграммы необходимо сформировать рабочую группу, так как этот инструмент является «плодом» коллективной работы</p>	<p><u>Преимущества:</u> структурированный подход к анализу комплексных взаимодействий <u>Недостатки:</u> полагаются на субъективные суждения о факторах взаимосвязи; слишком сложная и трудная для восприятия</p>
<p>Древовидная диаграмма</p>	<p>Диаграмма предназначена для распределения причин рассматриваемой проблемы на различных уровнях. Диаграмма представляет собой «дерево», в основании которой находится исследуемая проблема. Применение древовидной диаграммы необходимо в случае, когда нужно определить и упорядочить все важные причины проблемы</p>	<p><u>Преимущества:</u> наглядность и простота использования; легкое сочетание с другими инструментами качества <u>Недостатки:</u> субъективность расположения элементов</p>
<p>Матрица приоритетов</p>	<p>Инструмент, с помощью которого причины можно ранжировать по степени важности. Применение данного инструмента позволяет выявить наиболее важные данные при оценке проблемы. Основное назначение метода – расположение различных наборов элементов в порядке значимости</p>	<p><u>Преимущества:</u> возможность объективно оценить значимость данных <u>Недостатки:</u> достаточно трудоемкий</p>
<p>Стрелочная диаграмма</p>	<p>Диаграмма применяется после выявления значимых проблем, требующих решения, а также планирования определенных сроков выполнения всех работ для реализации поставленной цели. Наглядное графическое отображение обеспечивает своевременное достижение поставленных целей</p>	<p><u>Преимущества:</u> наглядность, простота освоения и применения. <u>Недостатки:</u> нет правил отбора и оценки эффективности вариантов выполнения работ</p>
<p>Поточная диаграмма</p>	<p>Инструмент представляет графическое изображение этапов процесса. При рассмотрении связи этапов процесса часто можно выявить источники неприятностей</p>	<p><u>Преимущества:</u> наглядность представляемой информации <u>Недостатки:</u> сложность построения при описании трудоемких процессов</p>
<p>Матричная диаграмма</p>	<p>Позволяет определить связь между элементами. Она выглядит как таблица, которая включает элементы, между которыми нужно установить связь. Когда необходимо установить степень взаимосвязи между причинами, то матричная диаграмма является полезным инструментом качества</p>	<p><u>Преимущества:</u> наглядное графическое представление; возможность быстро оценить силу взаимосвязи <u>Недостатки:</u> ограниченность числа сопоставляемых элементов</p>

К новейшим инструментам управления качеством относятся:

- развертывание функции качества (QFD-анализ);
- бенчмаркинг;
- анализ форм и последствий отказов (FMEA-анализ);
- анализ деятельности подразделений;
- система «Нуль дефектов»;
- система «Точно вовремя»;
- функционально-стоимостный анализ.

Описание, преимущества и недостатки новейших инструментов представлены в табл. 3.3.

Т а б л и ц а 3.3

Новейшие инструменты качества

Наименование метода	Описание метода	Преимущества и недостатки
1	2	3
Развертывание функции качества	Инструмент представляет собой системный подход к проектированию, который основан на четком понимании потребностей потребителя. Перед развертыванием функции качества стоит главная задача – перевод субъективных показателей качества в набор технических характеристик. QFD является одним из эффективных методов «расстановки приоритетов» в процессе создания продукции [41]	<u>Преимущества:</u> хороший способ идентификации ожиданий потребителей; максимальное использование ресурсов предприятия; командная работа <u>Недостатки:</u> проведение между фазами построения большого количества параллельных действий, а внутри фазы – промежуточных действий
Бенчмаркинг	Бенчмаркинг – это процесс сравнения деятельности своего предприятия с лучшими компаниями в отрасли с реализацией и внедрением изменений для достижения и сохранения конкурентоспособности	<u>Преимущества:</u> возможность оценки стратегии и целей деятельности предприятия по сравнению с более успешными аналогичными организациями <u>Недостатки:</u> необходимость сравнения большого количества данных о деятельности предприятий для выявления новых решений
Анализ форм и последствий отказов (FMEA-анализ)	Метод применяется для определения дефектов или несоответствий, а также причин их возникновения в процессе производства или оказания услуги. Он применяется для выявления проблем до того момента, как они проявятся и приведут к негативным последствиям [42]	<u>Преимущества:</u> системная идентификация возможных отказов процессов, в том числе и неочевидных форм; оценка последствий и критичности потенциальных форм отказа; возможность принятия решения в команде <u>Недостатки:</u> трудоемкость анализа и описания сложных процессов

Продолжение табл. 3.3

1	2	3
Анализ деятельности подразделений	Анализ деятельности подразделений – основное средство, которое помогает рабочим понять причастность к процессу улучшения деятельности производства. Данный инструмент качества помогает оценить всю деятельность предприятия, определить и оценить основные виды работ и подробно рассмотреть каждый из них. Основное внимание уделяется отношениям между поставщиком и потребителем; работам, осуществляемым в рамках подразделения [41]	<u>Преимущества:</u> сотрудники активно участвуют в процессе совершенствования выполняемых работ; может быть использована система мотивации; развивается способность к самосовершенствованию личности и вырабатываются лидерские черты характера; работникам предоставляется возможность самостоятельно управлять работой подразделения [41] <u>Недостатки:</u> процедура анализа в некоторых случаях требует временной приостановки деятельности всего предприятия или отдела
Система «Нуль дефектов»	Система «Нуль дефектов» направлена на достижение нулевого уровня дефектов. Система базируется на следующих принципах: ориентация на предупреждение появления дефектов; направление усилий на сокращение уровня дефектности в производстве; понимание того, что качество работы компании определяется качеством производственных процессов и качеством деятельности непроизводственных подразделений [41]	<u>Преимущества:</u> возможность сокращения уровня дефектности в производстве; возможность формулирования целей в области качества на длительный срок
Система «Точно вовремя»	Концепция основывается на философии качества, в соответствии с которой любая фаза производства заканчивается изготовлением качественной продукции. По концепции, запасы, которые не были использованы в установленный срок, являются непроизводственными расходами и составляют издержки производителя [41, 43]	<u>Преимущества:</u> сокращение затрат, необходимых для управления запасами; возможность освобождения производственных площадей; уменьшение объема нереализованного товара при падении спроса; сокращение объема партий выпускаемой продукции; снижение количества дефектов [43] <u>Недостатки:</u> снижение возможности исправить возникший и пропущенный на следующую операцию брак; сильная зависимость производства от качества работы поставщиков; слабые возможности удовлетворить внезапно повысившийся спрос

Окончание табл. 3.3

1	2	3
Функционально-стоимостный анализ	Инструмент позволяет оценить реальную стоимость продукта или услуги Цель ФСА состоит в обеспечении правильного распределения средств, выделяемых на производство [41, 44]	<p><u>Преимущества:</u> точное знание стоимости продукции; качественная реализация управленческих решений; выявление операций, не способствующих повышению ценности товара</p> <p><u>Недостатки:</u> невозможность точной оценки издержек производства отдельного продукта; процесс может оказаться излишне детализированным; отсутствие специальных программных средств [41]</p>

Представленные инструменты качества являются эффективными средствами воздействия на уровень качества выпускаемой продукции. Однако, несмотря на то, что данные инструменты могут использоваться по отдельности, наибольшую результативность они показывают при комплексном применении. При этом требуется учитывать различную результативность инструментов в зависимости от конкретной ситуации и четко понимать, какой из инструментов будет наиболее подходящим.

Рассмотрим на примере использование наиболее эффективных инструментов, позволяющих повысить конкурентоспособность продукции и предприятия в целом за счет тщательного анализа реальной ситуации и последующей разработки различного рода мероприятий.

3.2. Дерево целей

Успешное функционирование и развитие предприятия в рыночной экономике требуют особенного подхода к формированию его конкурентной стратегии. Конкурентная стратегия предприятия ориентирована на достижение конкурентных преимуществ, обеспечивающих наилучшее и устойчивое финансовое положение предприятия, а также завоевание прочных позиций на рынке. Схема определяющих факторов стратегического успеха предприятия, основанного на достижении конкурентных преимуществ, учитываемых при формировании конкурентных стратегий, представлена на рис. 3.1.

Первым этапом формирования конкурентной стратегии является постановка целей. Наиболее удобный инструмент для применения на практике – построение целевой модели в виде древовидного графа (дерево целей). Дерево целей дает комплексное представление и отвечает требованию наглядности.



Рис.3.1. Схема определяющих факторов конкурентоспособности предприятия

В качестве генеральной цели принято управление качеством в долгосрочной перспективе. Далее по иерархии цели разделяются на функциональные системы, взаимосвязанные между собой: изучение рынка и прогнозирование потребительской способности, оценка уровня качества, создание материально-технической базы, вовлечение персонала в процесс управления качеством.

Цели системы «Изучение рынка и прогнозирование потребительской способности» направлены на достижение желаемых результатов. В качестве приоритетных целей выделены:

- повышение конкурентоспособности;
- увеличение рынка сбыта;
- регулирование взаимоотношений между потребителем и производителем.

Эти цели взаимосвязаны между собой. Повышение конкурентоспособности повлечет за собой увеличение доли рынка, так как потенциальные клиенты будут не только узнавать предприятие, оказывающее им услуги, но и отдавать предпочтение именно ему.

Цели системы «Оценка уровня качества» направлены на оценку качества. В качестве приоритетных целей выделены:

- оценка основных показателей качества и их статистический анализ;
- статистический анализ точности и стабильности технологического процесса.

В системе «Создание материально-технической базы» выделены следующие цели:

- эффективное использование нормативных документов на всех этапах жизненного цикла продукции;
- управление документацией;

– создание стандартов организации.

Цели системы «Персонал» направлены на работу с трудовым коллективом. Здесь можно выделить:

- стимулирование деятельности рабочих;
- обучение персонала;
- технологическое оснащение.

С экономической точки зрения люди являются чрезвычайно дорогим ресурсом, который должен использоваться с максимальной эффективностью. Таким образом, опорными точками стратегии управления персоналом в современных условиях становятся:

- надбавки к заработной плате;
- премирование;
- ответственность;
- профессиональное развитие.

Отсюда вытекают следующие подцели в системе «Персонал»:

- развитие организационной культуры (поможет сплотить коллектив, повысит общую заинтересованность в труде, улучшит моральный климат коллектива, будет способствовать повышению качества обслуживания);
- аттестация, повышение квалификации, набор и обучение учеников (обеспечит предприятие квалифицированными кадрами);
- создание эффективной системы оплаты труда, материального и нематериального стимулирования (повысит общую заинтересованность в труде, уменьшит текучесть кадров, повысит отдачу труда).

Стратегия управления персоналом может быть как подчиненной по отношению к стратегии организации в целом, так и совмещенной с ней. В данном конкретном случае стратегия управления персоналом подчиняется общей стратегии организации.

Пример построения дерева целей приведен на рис. 3.2.

Для реализации перечисленных целей разрабатывается план мероприятий и составляется смета расходов по каждому мероприятию к проекту в целом.

План мероприятий для конкурентных преимуществ:

1. Управление персоналом.
2. Ежегодная аттестация.
3. Ежегодный набор и обучение учеников.
4. Повышение квалификации.
5. Внедрение новой системы оплаты труда.
6. Разработка бренда.
7. Выпуск нового вида продукции.
8. Реклама в прессе.
9. Технические мероприятия.
10. Современное оборудование.
11. Своевременный ремонт и наладка.

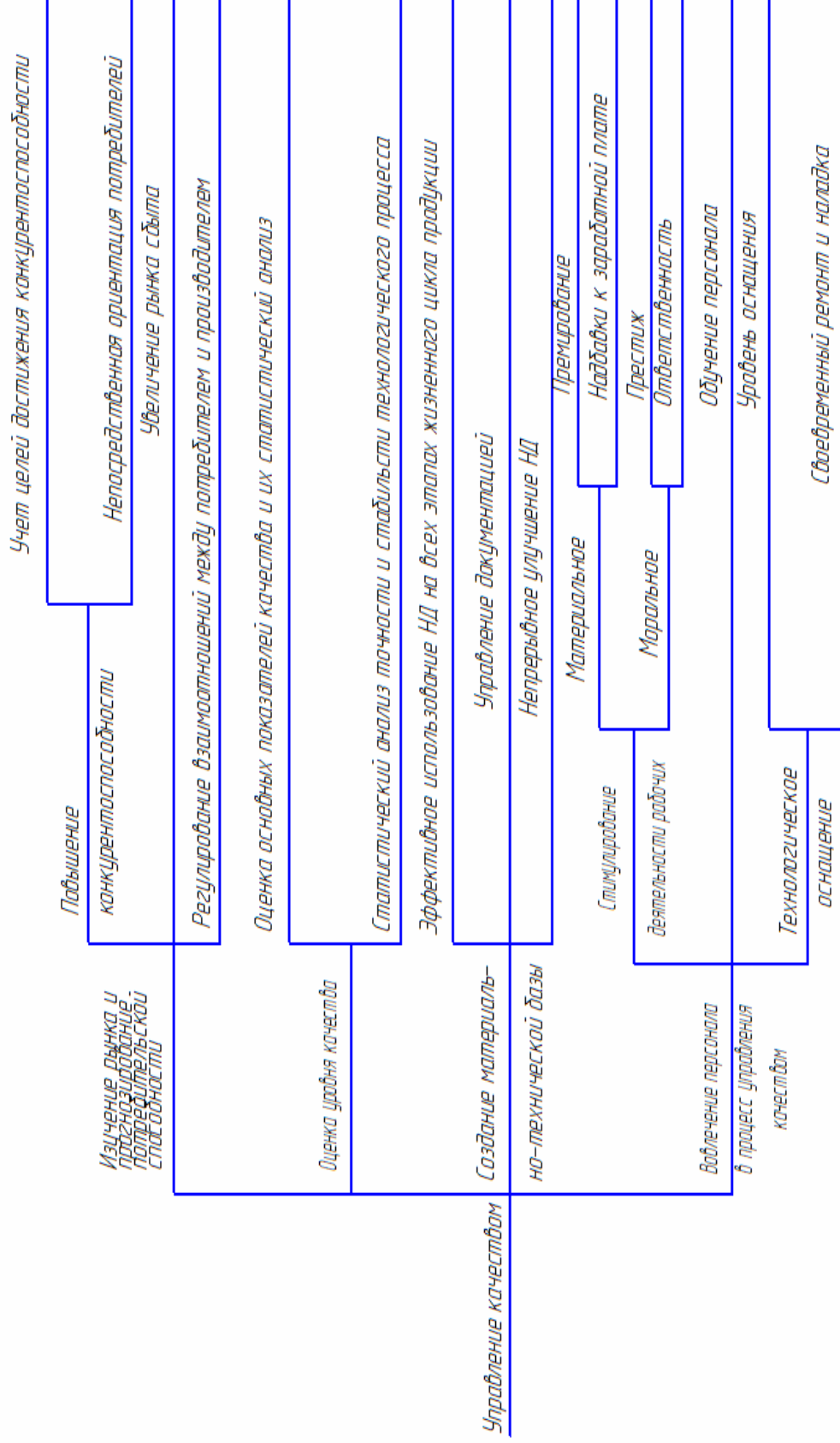


Рис. 3.2. Дерево целей

3.3. Причинно-следственный анализ

Причинно-следственная диаграмма (диаграмма Исикавы) позволяет представить соотношения между следствием, результатом и всеми возможными причинами, влияющими на них [25]. На рис. 3.3 изображена диаграмма Исикавы для обеспечения качества внутренних стеновых панелей.

3.4. Диаграмма сродства

Одним из эффективных инструментов управления качеством, позволяющим повысить уровень качества и конкурентоспособность выпускаемой продукции и предприятия в целом, является диаграмма сродства. Диаграмма сродства служит для упорядочивания и группирования значительного количества качественных нечисловых данных. Упорядочение и группирование происходят по принципу родственности информации, которая связана с определенной темой. Каждая группа представляет собой группу, выделенную по некоторому признаку, характерному только для этой группы.

Применяется диаграмма сродства, когда необходимо сопоставить большое количество разрозненных признаков, фактов или идей, когда трудно сразу связать и осмыслить связь всех комплексных данных в ситуации, когда выполняется командная работа и команде трудно прийти к согласию в принятии того или иного решения.

Как правило, диаграмма сродства необходима для обработки результатов «мозгового штурма» или опросов и анкетирования.

Пример. В качестве предмета исследования выбрана проблема – причины возникновения потерь от брака при производстве продукции.

Рабочая группа, созданная из представителей разных подразделений организации, методом «мозгового штурма» выявила следующие возможные причины исследуемой проблемы: шум на площадке; ошибки в документации; техника выполнения работ; освещение рабочего места; температура рабочего места; низкая квалификация персонала; отсутствие маркировки; безопасность выполнения работ; опыт персонала; продолжительность рабочей смены; сезон работы; перерывы в работе; мотивация сотрудников; медосмотр перед началом работы; состояние технического оборудования; операционный контроль; входной контроль материалов; приёмочный контроль готовой продукции; наглядность документации.

На следующем этапе необходимо выполнить группировку данных по общим признакам. Отдельные данные при последующей работе могут быть перенесены в другие группы.

- 1 группа: ошибки в документации; наглядность документации.
- 2 группа: шум на площадке; освещенность рабочего места; температура рабочего места; сезон работы; перерывы в работе.
- 3 группа: техника выполнения работ; безопасность выполнения работ.
- 4 группа: низкая квалификация; опыт сотрудников; мотивация сотрудников; медосмотр перед началом работы; продолжительность рабочей смены.
- 5 группа: состояние технического оборудования; отсутствие маркировки; операционный контроль; входной контроль материалов; приемочный контроль готовой продукции.

Далее требуется выявить общий признак для каждой группы:

- Документация: ошибки в документации; наглядность документации.
- Условия работы: сезон работы; перерывы в работе; продолжительность рабочей смены.
- Организация рабочего места: шум на площадке; освещенность рабочего места; температура рабочего места.
- Рабочие: низкая квалификация; опыт сотрудников; мотивация сотрудников.
- Безопасность: техника выполнения работ; безопасность выполнения работ; медосмотр перед началом работы;
- Средства обеспечения: состояние технического оборудования.
- Контроль: отсутствие маркировки; операционный контроль; входной контроль; приемочный контроль.

Таким образом, было идентифицировано 7 групп причин возникновения потерь от брака при производстве продукции.

3.5. Развертывание функции качества (QFD-анализ)

Среди множества современных инструментов управления качеством для решения данной задачи можно воспользоваться QFD-методологией.

Развертывание функции качества (Quality Function Deployment – QFD) – это методология [25] систематического и структурированного преобразования пожеланий потребителей в требования к качеству продукции, услуги и/или процесса.

QFD-методология представляет собой японскую разработку, в соответствии с которой [25] пожелания (установленные и предполагаемые потребности) потребителей с помощью матриц переводятся в подробно изложенные технические параметры (характеристики) продукции и цели ее проектирования. Такие таблицы-матрицы, используемые в рамках QFD-методологии, из-за их формы называют «домиками качества» (quality house).

Вспомогательные показатели качества важны для производителя, но не всегда существенны для потребителя.

Рассмотрим пример использования QFD-методологии при оценке важности потребительских свойств при изготовлении керамического кирпича.

Особый интерес представляет первый «дом качества», который устанавливает связь [25] между пожеланиями потребителей и техническими условиями, содержащими требования к характеристикам продукции (рис. 3.4).

Ожидания потребителей на первом этапе были установлены с помощью «мозговой атаки».

Важность (весомость) этих ожиданий оценивали по пятибалльной шкале, а именно:

- 5 – очень ценно;
- 4 – ценно;
- 3 – менее ценно, но хорошо бы иметь;
- 2 – не очень ценно;
- 1 – не представляет ценности.

При заполнении элементов (ячеек) матрицы связей для описания силы взаимосвязей использованы символы, приведенные в табл. 3.4.

Т а б л и ц а 3.4

Символы и коэффициенты для описания силы взаимосвязи

Символ	Сила взаимосвязи	Весовой коэффициент
●	Сильная	9
○	Средняя	3
Δ	Слабая	1

Отсутствие какого-либо символа на пересечении строк и столбцов матрицы связей означает, что нет взаимосвязи между соответствующими ожиданиями потребителей и техническими характеристиками продукции.

3.6. SWOT-анализ

Рассмотрим пример SWOT-анализа применительно к производству асфальтобетонной смеси [45].

Основные предприятия по производству асфальтобетонной смеси в Пензенской области отмечены в табл. 3.5.

Т а б л и ц а 3.5

Основные предприятия по производству асфальтобетонной смеси
в Пензенской области

№ п/п	Наименование предприятия	Адрес	Доля рынка, %
1	ОАО «ДЭП-270»	Пензенская область, Каменка, ул. Гражданская, 1	12
2	ООО «Пенздорстрой»	г. Пенза, ул. Бийская, 1-а	31
3	ООО «Асфальтобетонный завод №1»	г. Пенза, ул. Рябова, 3	19
4	ООО «Автодорога»	г. Пенза, ул. 40 лет Октября, 18-а	28
5	ООО «АС-СТРОЙ»	г. Саранск, ул. Зеленского 38А	10

Оценка доли предприятия на внутреннем рынке представлена на рис. 3.5.

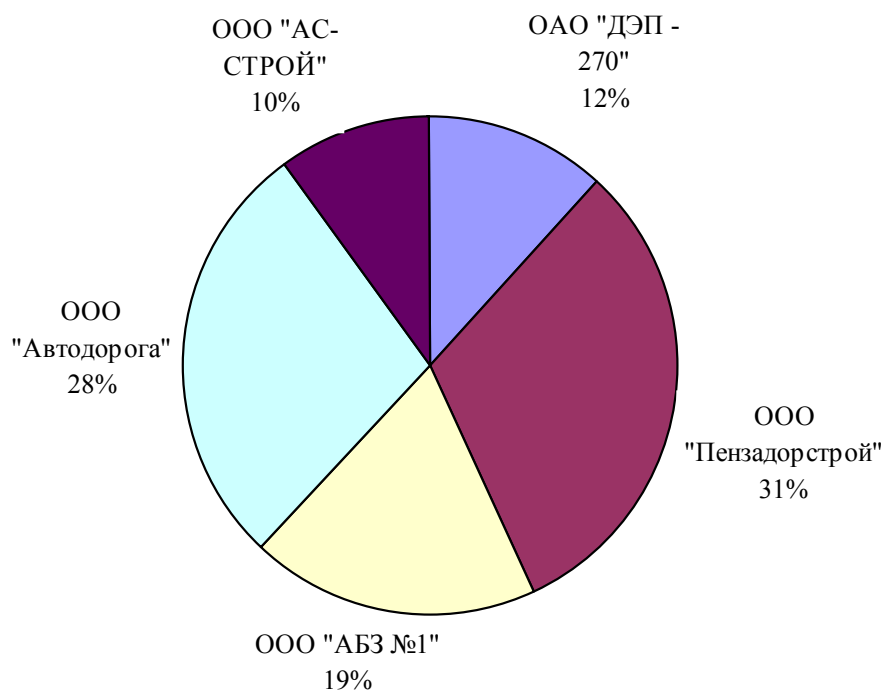


Рис. 3.5. Доли предприятий на внутреннем рынке

Основные потребители асфальтобетонных смесей ОАО «ДЭП-270» указаны в табл. 3.6.

Т а б л и ц а 3.6

Перечень основных потребителей асфальтобетонных смесей ОАО «ДЭП-270»

№ п/п	Наименование потребителя продукции	Объем поставки продукции (в % от общего объема)
1	ГУ ФУ АД «Большая Волга»	Крупнозернистая пористая I марки – 5,1 % Мелкозернистая плотная тип А I марки – 5,1 % Мелкозернистая плотная тип Б I марки – 13,7 %
2	ГУ «Управление автомобильных дорог Пензенской области»	Крупнозернистая пористая I марки – 20 % Мелкозернистая плотная тип В III марки – 56,1 %

На основании всестороннего изучения рыночной ситуации проведем SWOT-анализ для предприятия ОАО «ДЭП-270». Матрица SWOT-анализа приведена в табл. 3.7.

Т а б л и ц а 3.7

Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
<ul style="list-style-type: none"> – Опыт работы – Хорошая репутация у клиентов – Проверенный и надежный поставщик сырья – Квалифицированный персонал – Высокая и стабильная оплата труда – Высокая степень соблюдения договорных обязательств, как в отношении поставщиков, так и в отношении потребителей 	<ul style="list-style-type: none"> – Низкая заинтересованность рядовых сотрудников в развитии предприятия – Небольшая номенклатура выпускаемой продукции
Угрозы	Возможности
<ul style="list-style-type: none"> – Возможность появления новых конкурентов – Угроза снижения общего уровня экономики, под воздействием которого формируется покупательский спрос – Климатические условия 	<ul style="list-style-type: none"> – Расширение номенклатуры выпускаемой продукции – Совершенствование технологии производства – Возможность привлечения финансовых ресурсов для дальнейшего развития

Проведенный SWOT-анализ позволяет сформулировать основные проблемы предприятия, которые представлены в табл. 3.8.

Таблица 3.8

Формулирование проблемного поля

	Сильные стороны					Слабые стороны		
	Опыт работы	Хорошая репутация клиентов	Проверенный и надежный поставщик сырья	Квалифицированный персонал	Высокая и стабильная оплата труда	Высокая степень соблюдения договорных обязательств, как в отношении поставщиков, так и в отношении потребителей	Низкая заинтересованность рядовых сотрудников в развитии предприятия	Небольшая номенклатура выпускаемой продукции
Угрозы	Возможность появления новых конкурентов	<i>Дальнейшее повышение качества, исходя из требований потребителей</i>		<i>Повышение квалификации не реже 1 раза в 5 лет</i>			<i>Моральные и материальные поощрения сотрудников</i>	<i>Расширение номенклатуры выпускаемой продукции</i>
	Угроза снижения общего уровня экономики, под воздействием которого формируется покупательский спрос				<i>Привлечение дополнительных финансовых средств</i>			
Климатические условия								

Окончание табл. 3.8

	Сильные стороны						Слабые стороны
Возможности							
Расширение номенклатуры выпускаемой продукции							Расширение номенклатуры выпускаемой продукции, за счет ввода новых технологий
Совершенствование технологии производства							
Возможность привлечения финансовых ресурсов для дальнейшего развития							Моральные и материальные поощрения сотрудников

Анализ внешней среды ОАО «ДЭП-270» показал, что при данных условиях внешней среды для исследуемого предприятия будет выгодно увеличить объем поставок продукции за счет расширения номенклатуры продукции и увеличения доли рынка.

Опираясь на сильные стороны ОАО «ДЭП-270», можно снижать угрозы, эффективно используя производственные мощности, сохраняя занимаемые позиции и уровень конкурентоспособности.

Для достижения целей стратегии по повышению конкурентных преимуществ ОАО «ДЭП-270» необходимо:

- расширить ассортимент;
- сохранить высокое качество продукции и качество обслуживания;
- постоянно осуществлять рыночные исследования и разработки.

3.7. Анализ деятельности подразделений

Анализ деятельности подразделения (коллективное участие в совершенствовании деятельности) [46], или, по другому, анализ задач подразделений – основное средство, которое помогает работникам подразделения понять свою причастность к процессу улучшения его деятельности. Анализ помогает оценить всю деятельность подразделения, определить основные виды работ, а затем подробно рассмотреть каждый из них. При этом главное внимание уделяется:

- отношениям между поставщиком и потребителем;
- работам, осуществляемым в рамках самого подразделения.

Руководители во всем мире начали понимать, что в умах их подчиненных заложен огромный неиспользованный потенциал. Их талант и знания можно с успехом использовать в деле повышения качества. Многие организации и фирмы в развитых странах в течение многих лет эффективно применяют принципы коллективного участия.

Коллективное участие невозможно до тех пор, пока все высшее и среднее руководство не будет само вовлечено в процесс улучшения работы – в противном случае рядовые работники будут считать, что ими манипулируют. Только после вовлечения руководителей в работу по усовершенствованию качества можно переходить к этапу коллективного участия.

Нужно помнить, что коллективные решения не всегда наилучшие. Это обусловлено следующими причинами:

- 1) коллективные решения часто являются компромиссными;
- 2) коллектив может ввести в заблуждение человек с хорошими ораторскими способностями, тогда как оптимальное решение может быть предложено человеком, который нечетко выражает свои мысли;
- 3) бывает трудно найти ответственного за реализацию коллективных решений.

Групповой подход заключается в совместных усилиях двух или более лиц для выполнения конкретной задачи. Используются в основном четыре типа групп:

- 1) группы по совершенствованию деятельности подразделений;
- 2) кружки качества;
- 3) группы совершенствования процессов;
- 4) целевые группы.

Группы по совершенствованию деятельности подразделений состоят из работников того или иного подразделения. Их задача заключается в определении направлений и выработке средств, с помощью которых все работники могут способствовать повышению качественного уровня и эффективности работы данного подразделения.

Руководитель подразделения, как правило, является председателем группы, но со временем им может стать подготовленный и способный работник, не относящийся к административному персоналу.

Группа выявляет проблемы, которые приводят к ошибкам, а также факторы, которые снижают эффективность работы подразделения. Затем она разрабатывает и проводит корректирующие мероприятия для устранения препятствий, мешающих повышению эффективности и безошибочной работе подразделения.

Группа несет ответственность за установление целей совершенствования в рамках подразделения и за определение мероприятий, которые позволят группе выполнить поставленные задачи. Руководитель подразделения отвечает за формирование группы по совершенствованию деятельности подразделения. Требуется активное участие в работе группы всех работников подразделения.

Организация работы групп. Необходимо подготовить начальный этап деятельности группы. Все работники должны иметь соответствующую подготовку, обеспечивающую принятие ими повышенной ответственности. Обычно группа по совершенствованию деятельности подразделения проходит в своем развитии три стадии:

- 1) осознание и обучение;
- 2) понимание;
- 3) решение проблем и принятие решений.

Стадия осознания и обучения охватывает следующие аспекты:

- понимание целей организации;
- понимание процесса улучшения деятельности;
- обоснование стандарта «безошибочной работы» как нормы деятельности;
- методы сбора и классификации данных;
- методы выявления проблем (метод «мозгового штурма» и др.);

– методы анализа проблем (причинно-следственные диаграммы и диаграммы Парето, экспертный групповой анализ реальной ситуации, гистограммы);

– документальное представление результатов (графики, таблицы, доклады руководству);

– результаты оценки;

– контрольные цифры и выборочный контроль.

Осуществление анализа деятельности подразделений. В результате проведения анализа деятельности подразделения (АДП) группой по совершенствованию деятельности подразделения разрабатывается соответствующий документ. АДП опирается на предпосылку, что все подразделения и исполнители получают исходные материалы для своей работы из других источников (от поставщиков), обрабатывают их, тем самым увеличивая их ценность, и передают результаты проделанной работы своим потребителям. Такая концепция предполагает, что каждый работник является потребителем результатов труда другого работника и, в свою очередь, имеет потребителя, которому передает результаты своего труда. При этом каждый несет ответственность за качество своего труда.

Перед анализом деятельности подразделения заполняется специальная форма, в которой указывают назначение деятельности данного подразделения и перечисляют виды выполняемых в нем работ. Руководитель сообщает своим подчиненным о назначении подразделения так, как это понимается вышестоящим руководством, и организует дискуссию по этому вопросу. Часто она заканчивается выдвижением предложений о новых задачах подразделения, которые передаются на рассмотрение вышестоящему руководству. Затем составляется перечень основных работ, выполняемых в подразделении. Он может, например, включать следующие работы:

– проведение обследований рынков;

– расчет себестоимости и издержек производства;

– интервью потенциальных потребителей и работников;

– разработку прогнозных оценок;

– составление руководства по подготовке продукции к эксплуатации;

– разбор рекламаций потребителей;

– проектирование испытательного оборудования;

– ведение конфиденциальной (секретной) документации.

Основных видов работ должно быть не более десяти. Содержание каждого вида работ рассматривается затем подробно.

Прежде всего составляется список всех исходных материалов. Разумеется, под материалами следует понимать и собственно материалы, и различного вида информацию, и энергоресурсы. Каждый материал исследуется с точки зрения того, насколько точно установлены требования к нему, как осуществляется обратная связь с «поставщиком». Если нет

обратной связи с «поставщиком» или системы требований к результатам его работы, то подобные требования должны быть установлены. Подразделение ответственно за понимание «поставщиком» требований к нему, так как он должен знать, как используются результаты его работы.

Затем подразделение должно четко определить содержание своей деятельности с точки зрения увеличения ценности исходного материала. После этого определяется конечный результат конкретной работы, в какой форме он представляется и кто его «потребитель». Следующим этапом является установление требований к результатам по каждому виду работ с точки зрения их «потребителя». Это достигается на совместном заседании группы по усовершенствованию деятельности с «потребителями». Именно «потребитель» устанавливает, чего же он ждет от подразделения. Между «потребителями» и «поставщиками» в рамках организации должны существовать тесные рабочие контакты.

Когда требования к результатам работы, а также критерии их оценки установлены, составляется документ, который подписывают и «поставщик», и «потребитель», удостоверяя тем самым, что это совместный документ и что обе стороны согласны с его содержанием.

Результаты анализа должны проверяться каждые полгода и по крайней мере раз в два года следует проводить повторный анализ.

Показатели совершенствования деятельности подразделения. В результате проведения АДП готовится перечень показателей, характеризующих качество работы подразделения. Группа должна отобрать от трех до пяти основных показателей, которые называются «показателями совершенствования». По ним строят графики, которые вывешиваются в каждом подразделении. На каждом графике должны быть показаны данные, полученные по крайней мере за шесть месяцев, и заданный уровень качества работы. При достижении контрольных цифр по какому-либо показателю в течение трех месяцев подряд должны быть установлены новые контрольные цифры.

Роль групп по совершенствованию деятельности подразделений. Группа по совершенствованию деятельности подразделения способствует правильному пониманию работниками подразделения их участия в общем деле и подтверждает реальную заинтересованность руководства в процессе улучшения работы. Другим, более значимым фактором является воздействие коллектива на результаты деятельности индивидуального исполнителя. Работники подразделения стараются подтянуть тех, кто портит общую картину, с целью повышения качества и производительности труда. Помимо этого группа по совершенствованию деятельности подразделения позволяет неформальным лидерам коллектива влиять на руководство при установлении заданий, производственных норм и при планировании работ. Вовлекая неформального лидера в процесс улучшения работы, руковод-

ство приобретает союзника, который в некоторых случаях может оказывать существенное влияние на работников подразделения.

3.8. Систематический анализ системы для идентификации видов потенциальных отказов (FMEA-анализ)

Анализ форм и последствий отказов (Failure Mode and Effect Analysis – FMEA-методология), известный также под названием «Анализ рисков», используется в качестве одной из превентивных мер для системного обнаружения причин, вероятных последствий, а также для планирования возможных противодействий по отношению к отслеживаемым отказам [24, 25, 42].

При анализе форм и последствий отказов процессов главным является заблаговременный поиск для каждого этапа процесса ответов на следующие вопросы:

1. Каким образом при осуществлении процесса может произойти отказ или неудача?
2. Что может быть причиной этой неудачи?
3. Что произойдет, если при осуществлении процесса случится неудача?
4. Как мы можем предотвратить последствия отказа?

Применение FMEA-методологии. FMEA-методологию используют для системной идентификации возможных отказов процессов и для предотвращения их последствий. В результате этой работы составляется список критических пунктов, а также инструкции (предписания) о том, что должно быть сделано, чтобы минимизировать последствия в случае отказа в ходе осуществления процесса.

Для каждого этапа процесса производства свай железобетонных были определены возможные режимы отказов в работе. В результате этого предугаданы отказы в протекании процесса и связь этих отказов с другими этапами процесса. Было обозначено, что является причиной каждого режима отказа. Определены и описаны последствия (влияние) этих режимов отказов на управляемость процесса. Затем количественно оценили слабые пункты (узкие места) процесса, определив следующие факторы: значимость потенциального отказа (S), вероятность возникновения дефекта (O), вероятность обнаружения отказа (D). В табл. 3.9 приведены сведения о том, как указанные факторы могут быть количественно оценены. Произведение этих трех факторов представляет собой приоритетное число риска (ПЧР), т. е. количественную оценку отказа с точки зрения его значимости по последствиям, вероятности возникновения и вероятности обнаружения:

$$\text{ПЧР} = S \cdot O \cdot D.$$

Для отказов (несоответствий, дефектов, пороков), имеющих несколько причин, определяют соответственно несколько ПЧР. Каждое ПЧР может иметь значения от 1 до 1000. Для ПЧР риска должна быть заранее установлена критическая граница (ПЧРгр), например, в пределах от 100 до 125. Если какие-то значения ПЧР превышают установленное значение ПЧРгр, значит, именно для них следует вести доработку производственного процесса.

Т а б л и ц а 3.9

Квалиметрические шкалы значимости потенциального отказа (*S*),
вероятности возникновения дефекта (*O*),
вероятности обнаружения дефекта (*D*)

Фактор <i>S</i>	Фактор <i>O</i>	Фактор <i>D</i>
1 – очень низкая (почти нет проблем)	1 – очень низкая	1 – почти наверняка дефект будет обнаружен
2 – низкая (проблемы решаются работником)	2 – низкая	2 – очень хорошее обнаружение
3 – не очень серьезная	3 – не очень низкая	3 – хорошее
4 – ниже средней	4 – ниже средней	4 – умеренно хорошее
5 – средняя	5 – средняя	5 – умеренное
6 – выше средней	6 – выше средней	6 – слабое
7 – довольно высокая	7 – близка к высокой	7 – очень слабое
9 – очень высокая	9 – очень высокая	9 – очень плохое
10 – катастрофическая (опасность для людей)	10 – 100 %-я	10 – почти невозможно обнаружить

После завершения работы должен быть составлен письменный отчет о результатах работы по выполненному анализу форм и последствий отказов, который передается руководителю организации. Руководителю организации следует верифицировать и оценить результаты работы FMEA-команды и проследить, чтобы до членов FMEA-команды была доведена информация (в виде обратной связи) о статусе выполненных ими действий.

Рассмотрим пример практического применения FMEA-методологии для оптимизации процесса производства свай железобетонных. Остановимся подробнее на количественной оценке факторов *S*, *O* и *D*. Оценка указанных факторов была произведена по квалиметрическим шкалам, представленным в табл. 3.9.

Результаты работы членов FMEA-команды при назначении числовых значений факторов *S* – значимости потенциального отказа, *O* – вероятности возникновения дефекта, *D* – вероятности обнаружения дефекта, а также вычисленные значения ПЧР возможных отказов приведены в табл. 3.10.

За граничное приоритетное число риска на ООО «Строительные материалы» принято ПЧРгр=125.

Для некоторых дефектов ПЧР>ПЧРгр.

Таблица 3.10

Результаты работы FMEA-анализа производства свай железобетонных

Дата:		ООО «Строительные материалы»			Руководитель:			Члены FMEA-команды: зам.директора по качеству, инженер по качеству, контролер – лаборант				
Исучаемый процесс: производство свай железобетонных		Причина отказа			Последствия отказа			S O D ПЧР				
Этап процесса	Возможный отказ	3			4			5 6 7 8 9			Ответственный	Дата
1	2	3			4			5 6 7 8 9			10	11
Приготовление бетонной смеси												
дозирование компонентов	выход из строя дозаторов	неисправность оборудования			невозможность дальнейшего этапа производства			9 2 1 18			ремонт или замена оборудования	
		сбой в электронике			бетонная смесь ненадлежащего качества			7 5 7 245			повышение квалификации персонала	
перемешивание бетонной смеси	выход из строя бетоносмесительной установки	неисправность оборудования			невозможность дальнейшего этапа производства			9 2 1 18			ремонт или замена оборудования	
		сбой в электронике			неоднородность бетонной смеси			7 5 7 245			повышение квалификации персонала	
Формование изделий												
армирование	неправильная сборка арматурного каркаса	человеческий фактор			возможность получения некондиционного или бракованного изделия			8 5 8 320			повышение квалификации персонала	
		нарушение схемы расположения арматуры										

Продолжение табл. 3.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Чистка и смазка форм	неустановленные монтажные петли	нарушение схемы расположения арматуры	возможность получения некондиционного или бракованного изделия	8	5	8	320	повышение квалификации персонала		
Чистка и смазка форм	неисправность форм, торцов или оголовников	использование устаревших форм	возможность получения некондиционного изделия	8	6	2	96	повышение производительности дисциплины		
Уплотнение бетонной смеси	некачественно смазанные формы	человеческий фактор	возможность получения некондиционного изделия	8	3	2	48	усиленный входной контроль сырья		
Уплотнение бетонной смеси	выход из строя вибраторов	неисправность оборудования	невозможность дальнейшего этапа производства	9	2	1	18	ремонт или замена оборудования		

Продолжение табл. 3.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	недоуплотненная бетонная смесь	недостаточное время уплотнения	возможность получения некондиционного изделия или изделия с недостаточной прочностью	7	5	7	245	повышение квалификации персонала		
		неправильно выбранная частота уплотнения								
Заглаживание поверхности	некачественно заглаженные поверхности	заглаживание производится вручную	возможность получения некондиционного изделия	8	6	2	96	повышение квалификации персонала		
Тепловая обработка	нарушение режимов ТВО, параметров пара	ненадлежащее состояние паропровода	возможность получения некондиционного изделия	7	5	7	245	ремонт или замена оборудования		
		человеческий фактор	изделия или изделия с недостаточной прочностью	7	7	7	343	повышение квалификации персонала		
		выход из строя контрольно-измерительных приборов								
	ненадлежащее состояние пропарочных камер	устаревшее оборудование		9	5	6	270	ремонт или замена оборудования		
	выход из строя пропарочных камер	неисправность оборудования	невозможность дальнейшего этапа производства	10	5	6	300	ремонт или замена оборудования		

Окончание табл. 3.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Распалубка	выход из строя козлового крана	неисправность оборудования	невозможность дальнейшего этапа производства	10	5	3	150	ремонт или замена оборудования		
	повреждение изделия	человеческий фактор неисправные формы	повреждение изделия (брак)	8	9	3	216	повышение производственной дисциплины		
Транспортировка	повреждение изделия	человеческий фактор	повреждение изделия (брак)	8	6	3	144	повышение производственной дисциплины		
		нарушение условий транспортировки								
Хранение	повреждение изделия	нарушение условий хранения	повреждение изделия (брак)	8	6	3	144	использование закрытого склада		

На основании проведенного FMEA-анализа по рассчитанному приоритетному числу риска (ПЧР) видно, что из выявленных дефектов наиболее рискованными случаями являются:

- неточность дозирования компонентов при приготовлении бетонной смеси;
- недостаточное время перемешивания бетонной смеси;
- неправильная сборка арматурного каркаса;
- ненадлежащая установка арматурных каркасов,
- неисправность форм, торцов или оголовников;
- недостаточное время уплотнения бетонной смеси;
- нарушение режимов ТВО, параметров пара;
- ненадлежащее состояние пропарочных камер;
- выход из строя пропарочных камер;
- выход из строя козлового крана;
- повреждение изделия при транспортировке или хранении.

Соответственно на последнем этапе проводимого FMEA-анализа были предложены следующие возможные рекомендации по устранению дефекта или снижению негативных последствий:

- проводить регулярный осмотр, плановый ремонт и делать профилактику с целью предотвращения отказов в технологическом процессе;
- установить источник резервного питания, чтобы исключить возможный сбой в подаче электроэнергии;
- разработать систему повышения квалификации персонала;
- разработать и внедрить стандарт организации, регламентирующий вопросы контроля и управления возможными несоответствиями технологического процесса производства.

После завершения работы FMEA-команды, результаты которой представлены в табл. 3.10, необходимо составить письменный отчет по выполненному анализу форм и последствий отказов.

Контрольные вопросы

1. Перечислите новые инструменты управления качеством.
2. Расскажите о назначении и областях применения древовидной диаграммы.
3. Приведите примерный порядок построения древовидной диаграммы.
4. Приведите пример древовидной диаграммы.
5. Расскажите о назначении и областях применения разложения функции качества (QFD-методологии).
6. Почему QFD-методологию часто называют «домом качества»?
7. Какие субтаблицы входят в состав QFD-диаграммы?

8. Поясните основные шаги последовательного применения QFD-методологии.

9. Каковы цели и задачи QFD-методологии?

10. Расскажите о примерном порядке применения QFD-методологии.

11. Поясните порядок применения FMEA-методологии. Перечислите основные этапы осуществления FMEA- методологии.

12. В чем состоит сущность этапа подготовки к работе FMEA-команды?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Брылев, А.А. Конкурентоспособность сельскохозяйственной продукции [Текст] / А.А. Берестова // АПК: экономика и управление. – 1998. – №10. – С. 58-65.
2. Долинская, М.Г. Маркетинг и конкурентоспособность промышленной продукции [Текст] / М.Г. Долинская, И.А. Соловьёв. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 128 с.
3. Еферин, В.П. Оценка конкурентоспособности при маркетинговых исследованиях [Текст]: учеб. пособие / В.П. Еферин, В.В. Мотин. – М.: Домодедово, 1993. – 94 с.
4. Лапин, Г.Н. Надёжность производственной деятельности и конкурентоспособность строительной компании [Текст] / Г.Н. Лапин, Р.М. Хамхоков. – М.: Изд-во АСВ, 2000. – 136 с.
5. Сабецкая, Г.Н. Рыночная модель конкурентоспособности продукции [Текст] / А.И. Сабецкая // Маркетинг. – 2006. – №1. – С. 24-51.
6. Конкурентоспособность [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.center-yf.ru/>
7. Булеев, А.И. Количественный коэффициент конкурентоспособности товаров и услуг [Текст] / А.И. Булеев // Маркетинг и маркетинговые исследования в России. – 1997. – С.46-50.
8. Динес, В.А. Проблемы качества и конкурентоспособности промышленной продукции [Текст] / В.А. Динес, Н.С. Яшин// Проблемы экономической истории и теории. – Саратов: СГУ, 1999. – С.117-125.
9. Юданов, А.В. Конкуренция: теория и практика [Текст] / А.В. Юданов. – М., 1996.
10. Багиев, Г.Л. Маркетинг [Текст]: учебник для ВУЗов / Г.Л. Багиев. – М.: Экономика, 2000.
11. Обеспечение качества и конкурентоспособности товара [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://mkg.ucoz.com/>
12. Бухалков, М. Маркетинг / М. Бухалков. – М., 2001.
13. Гурков, И.Б. Тенденции изменения конкурентоспособности отечественной продукции [Текст] / И.Б. Гуркова, Н.Л. Титова // Маркетинг. – 1997. – №1. – С. 20-31.
14. Логанина, В.И. Оценка конкурентоспособности продукции [Текст]: учеб.-метод. пособие / В.И. Логанина, Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов. – Пенза: ПГУАС, 2007. – 40 с.
15. Волчкова, Н.А. Российские финансово-промышленные группы на международных рынках [Текст] / Н.А. Волчкова. – М.: Логос, 1999. – 136 с.
16. Законодательство и инвестиции [Электронный ресурс] // Всемирный экономический форум. – 2014. – Режим доступа: <http://www.lin.ru/>

17. Андрианов, В. Россия в мировой экономике: сравнительная конкурентоспособность [Текст] / В. Андрианов // Международная жизнь. – 2000. – № 8-9. – С.118-133.
18. Лифиц, И.М. Теория и практика оценки конкурентоспособности товаров и услуг [Текст] / И.М. Лифиц. – М.: Юрайт-М, 2001. – 222 с.
19. Синько В. Конкуренция и конкурентоспособность: основные понятия [Текст] / В. Синько // Стандарты и качество. – 2000. – №4. – С.54-59.
20. Мишин, Ю. Слагаемые конкурентоспособности [Текст] / Ю. Мишин // РИСК. – 1998. – №5-6. – С.82-86.
21. Азгальдов, Г.Г. Теория и практика оценки качества товаров [Текст] / Г.Г. Азгальдов. – М.: Экономика, 1989. – 256 с.
22. Горчаков, Г.И. Основы стандартизации и управления качеством продукции промышленности строительных материалов [Текст]: учеб. пособие для вузов / Г.И. Горчаков, Э.Г. Мурадов. – М.: Высшая школа, 1987. – 335 с.
23. Шишкин, И.Ф. Квалиметрия и управление качеством [Текст]: учебник / И.Ф. Шишкин, В.М. Станякин. – М.: Изд-во ВЗПИ, 1992. – 255 с.
24. Логанина, В.И. Обеспечение качества и повышение конкурентоспособности строительной продукции [Текст]: моногр. / В.И. Логанина, Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 176 с.
25. Логанина, В.И. Квалиметрия и управление качеством [Текст]: учеб. пособие / В.И. Логанина, Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 304 с.
26. Методы оценки конкурентоспособности товара и предприятия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.coolreferat.com/>
27. Азгальдов, Г.Г. О квалиметрии [Текст] / Г.Г. Азгальдов, Э.П. Райхман, А.В. Гличев. – М.: Стандартиздат, 1973.
28. Федюкин, В.К. Методы оценки и управления качеством продукции [Текст]: учебник / В.К. Федюкин, В.Д. Дурнев, В.Г. Лебедев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Информационно-издательский дом «Филинь», Рилант, 2001. – 328 с.
29. Солод, Г.И. Основы квалиметрии [Текст]: учеб. пособие / Г.И. Солод. – М.: Моск.горный институт, 1991. – 84 с.
30. Макарова, Л.В. Квалиметрия и управление качеством [Текст]: учеб. пособие /Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов. – Пенза: ПГУАС, 2005. – 115 с.
31. Макарова, Л.В. Квалиметрия и управление качеством [Текст]: учеб. пособие /Л.В. Макарова, В.И. Логанина, И.С. Великанова. – Пенза: ПГУАС, 2009. – 72 с.
32. Гличев, А.В. Основы управления качеством продукции [Текст] / А.В. Гличев. – М.: Изд-во АМИ, 1998. – 354 с.
33. Орлов, А.И. Эконометрика [Текст] / А.И. Орлов. – М.: Изд-во «Экзамен», 2002. – 576 с.

34. Орлов, А.И. Устойчивость в социально-экономических моделях [Текст] / А.И. Орлов. – М.: Наука, 1979. – 296 с.
35. Лунькова, С.В. Измерение качества (квалиметрия) текстильных материалов и товаров [Текст]: метод. указания к лабораторным работам / С.В. Лунькова, А.Ю. Матрохин. – Иваново: ИГТА, 2004. – 40 с.
36. Рыжаков, В.В. Основы оценивания качества продукции [Текст]: учеб. пособие / В.В. Рыжаков, В.Б. Моисеев, Л.Г. Пятирублевый. – Пенза: Изд-во Пенз. технол. института, 2001. – 271 с.
37. Калейчик, М.М. Квалиметрия [Текст]: учеб. пособие / М.М. Калейчик. – М.: МГИУ, 2003. – 200 с.
38. Субетто, А.И. Квалиметрия [Текст] / А.И. Субетто. – СПб.: Изд-во «Астерион», 2002. – 288 с.
39. Мазур, И.И. Управление качеством [Текст]: учеб. пособие / И.И. Мазур, В.Д. Шапиро. – М.: Высшая школа, 2003. – 339 с.
40. Макарова, Л.В. Экспертные методы в управлении качеством [Текст]: учеб. пособие / Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов. – Пенза: ПГУАС, 2012. – 92с.
41. Пономарев, С.В. Квалиметрия и управление качеством. Инструменты управления качеством [Текст]: учеб. пособие / С.В. Пономарев, С.В. Мищенко, Б.И. Герасимов, А.В. Трофимов. – Тамбов: ТГТУ, 2005. – 80 с.
42. Тарасов, Р.В. Систематический анализ системы для идентификации видов потенциальных отказов при производстве строительных конструкций [Электронный ресурс] / Р.В. Тарасов, Л.В. Макарова, В.С. Богомолова, М.Ю. Новикова // Современные научные исследования и инновации. – Февраль 2014. – № 2. – Режим доступа: <http://web.snauka.ru/issues/2014/02/31546> (дата обращения: 21.02.2014).
43. Менеджмент качества [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.kpms.ru/General_info/Just_in_Time.htm.
44. Макарова, Л.В. Методика оценки конкурентоспособности предприятия [Электронный ресурс] / Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов, О.Ф. Акжигитова // Современные научные исследования и инновации. – Февраль 2014. – № 2. – Режим доступа: <http://web.snauka.ru/issues/2014/02/31616> (дата обращения: 22.02.2014).
45. Макарова, Л.В. Анализ конкурентоспособности предприятия на основе SWOT-анализа [Электронный ресурс] / Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов, О.Ф. Акжигитова // Современные научные исследования и инновации. – Февраль 2014. – № 2. – Режим доступа: <http://web.snauka.ru/issues/2014/02/31786> (дата обращения: 27.02.2014).
46. Всеобщее управление качеством [Текст]: учебник для вузов / О.П. Глудкин, Н.М. Горбунов, А.И. Гуров, Ю.В. Зорин; под ред. О.П. Глудкина. – М.: Радио и связь, 1999. – 600 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОДУКЦИИ И ПРЕДПРИЯТИЯ	6
1.1. Сущность и основные понятия конкурентоспособности продукции и предприятия	6
1.2. Анализ конкурентоспособности отечественных предприятий.....	11
1.3. Основные пути повышения конкурентоспособности продукции и предприятий.....	13
1.4. Анализ конкурентоспособности продукции и предприятия.....	17
1.4.1 Методы оценки и анализа конкурентоспособности продукции и предприятия.....	17
Контрольные вопросы.....	22
2. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ (УСЛУГ)	23
2.1. Система показателей качества продукции (услуг).....	23
2.1.1. Основные показатели качества промышленной продукции	23
2.1.2. Показатели качества услуг	39
2.2. Определение значений коэффициентов весомости свойств	40
2.2.1. Классификация методов определения весомости отдельных свойств качества.....	40
2.2.2. Экспертные методы определения значимости критериев при оценке уровня качества продукции	44
2.2.3. Применение экспертного метода для оценки уровня качества продукции.....	67
2.3. Методы определения абсолютных показателей качества продукции.....	84
2.4. Определение экстремальных абсолютных показателей свойств.....	87
2.5. Определение относительных показателей свойств	88
2.6. Формирование группы аналогов и установление базовых образцов	89
2.7. Классификация оценок качества продукции	93
2.8. Основы классификации методов оценки качества.....	97
2.9. Основные методы оценки уровня качества изделий.....	98
2.9.1. Дифференциальный метод.....	99
2.9.2. Метод комплексной оценки уровня качества продукции	102
2.9.3. Смешанный метод оценки уровня качества продукции.....	119
2.9.4. Метод интегральной оценки уровня качества изделий	120
2.9.5. Метод оценки уровня качества разнородной продукции	122
2.10. Основы процесса оценки уровня качества изделий на стадиях жизненного цикла	125
2.10.1. Оценка уровня качества разрабатываемого изделия	125
2.10.2. Оценка уровня качества изготовления изделий	126
2.10.3. Оценка уровня качества изделия в эксплуатации	127
2.10.4. Оценка уровня качества изделия при его утилизации.....	128
2.11. Подготовка и оформление документа о результатах оценки уровня качества промышленной продукции	129
Контрольные вопросы.....	132
3. ЭФФЕКТИВНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОДУКЦИИ.....	133
3.1. Общие сведения	133

3.2. Дерево целей	139
3.3. Причинно-следственный анализ	143
3.4. Диаграмма сродства	143
3.5. Развертывание функции качества (QFD-анализ)	145
3.6. SWOT-анализ	148
3.7. Анализ деятельности подразделений	152
3.8. Систематический анализ системы для идентификации видов потенциальных отказов (FMEA-анализ)	156
Контрольные вопросы.....	162
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	164

Учебное издание

Макарова Людмила Викторовна
Тарасов Роман Викторович

**ОЦЕНКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ
ПРОДУКЦИИ И ПРЕДПРИЯТИЙ**
Учебное пособие

Редактор М.А. Сухова
Верстка Н.А. Сазонова

Подписано в печать 20.04.15. Формат 60×84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 9,76. Уч.-изд. л. 10,5. Тираж 80 экз.
Заказ № 139.



Издательство ПГУАС.
440028, г.Пенза, ул. Германа Титова, 28.