

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА
И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОДУКЦИИ**

Учебно-методическое пособие

Пенза 2014

УДК 658.562.004.12
ББК 30.607В6:65.290-80
П42

Разработано в рамках проекта по реализации дополнительных программ повышения квалификации, признанных победителями по результатам конкурсного отбора 2014 года, проведенного в рамках Президентской программы повышения квалификации инженерных кадров на 2012-2014 годы

Рекомендовано Редсоветом университета

Рецензенты: кандидат технических наук, доцент, зам. директора по качеству ООО «Строительные материалы, В.Ю. Нестеров;
доктор технических наук, профессор В.И. Логанина (ПГУАС)

Повышение качества и конкурентоспособности продукции:
П42 учебно-методическое пособие /Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 64 с.

Рассмотрены основные принципы повышения качества и конкурентоспособности продукции. Приводятся сведения о современных инструментах контроля, обеспечения и управления качеством продукции, используемых для повышения ее конкурентоспособности. Даны примеры решения типовых задач.

Пособие подготовлено на кафедре «Управление качеством и технология строительного производства» и предназначено для слушателей курсов повышения квалификации, обучающихся по программе «Энергоэффективные строительные материалы».

©Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2014
© Макарова Л.В., Тарасов Р.В., 2014

ПРЕДИСЛОВИЕ

Качество обеспечивает конкурентоспособность товара, являясь важным инструментом в борьбе за рынки сбыта. Оно складывается из технического уровня продукции и полезности товара для потребителя через функциональные, социальные, эстетические, эргономические, экологические свойства. 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.

Пособие, посвященное вопросам оценки качества и методам его повышения, состоит из введения, двух 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.

«ВВЕДЕНИЕ

В условиях постоянно развивающегося мира непрерывно происходит разработка и внедрение все новых технологий, как в процессы производства, так и в процессы управления, это ведет к ускорению насыщения спроса, вследствие этого к усилению конкуренции.

Успешность предприятия на рынке зависит от способности предложить товары и услуги, в большей мере соответствующие интересам и нуждам потребителей. Поэтому так важно уделять особое внимание такому аспекту, как конкурентоспособность, находится 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.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОДУКЦИИ

1.1. Сущность и основные понятия конкурентоспособности продукции

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]:

- качество продукции и услуг;
- наличие эффективной стратегии маркетинга и сбыта;
- уровень квалификации персонала и менеджмента;
- технологический уровень производства;
- налоговая среда, в которой действует предприятие;
- доступность источников финансирования.

С точки зрения результативности деятельности организаций – конкурентов на рынке и завоевания ими там сильных позиций можно выделить следующие основные факторы, на которые выделяют при исследовании конкурентоспособности предприятия:

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 симулирования сбыта (работников сбытовых служб предприятия, торговых организаций и потребителей).
15. Уровень рекламной деятельности.

16. Уровень послепродажного обслуживания.

17. Политика организаций во внешне 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 – неременный фактор, определяющий само право на существование той или иной организации. Сама конкурентная борьба позволяет вычлени 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 конкурен-

тов 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 иметь стратегической целью достижения 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 зависит 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 преимущество его на рынке, которая обеспечивает успешный сбыт в условиях конкуренции.

Бухалков М.И. в [12] дает определение конкурентоспособности как комплексу 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), имеющие 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, к которым можно отнести оценку 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. Основные пути повышения конкурентоспособности продукции

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



Рис. 1.1. Пути повышения качества и конкурентоспособности продукции

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 обес-

печить запас финансовой устойчивости предприятия – то есть возможность при «атаке» конкурентов снижать цену на производимые товары, гарантировать прибыль и сохранять инвестиционную привлекательность предприятия.

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 определяются, что важнее – продвижение на рынок или сразу же максимальная прибыль.

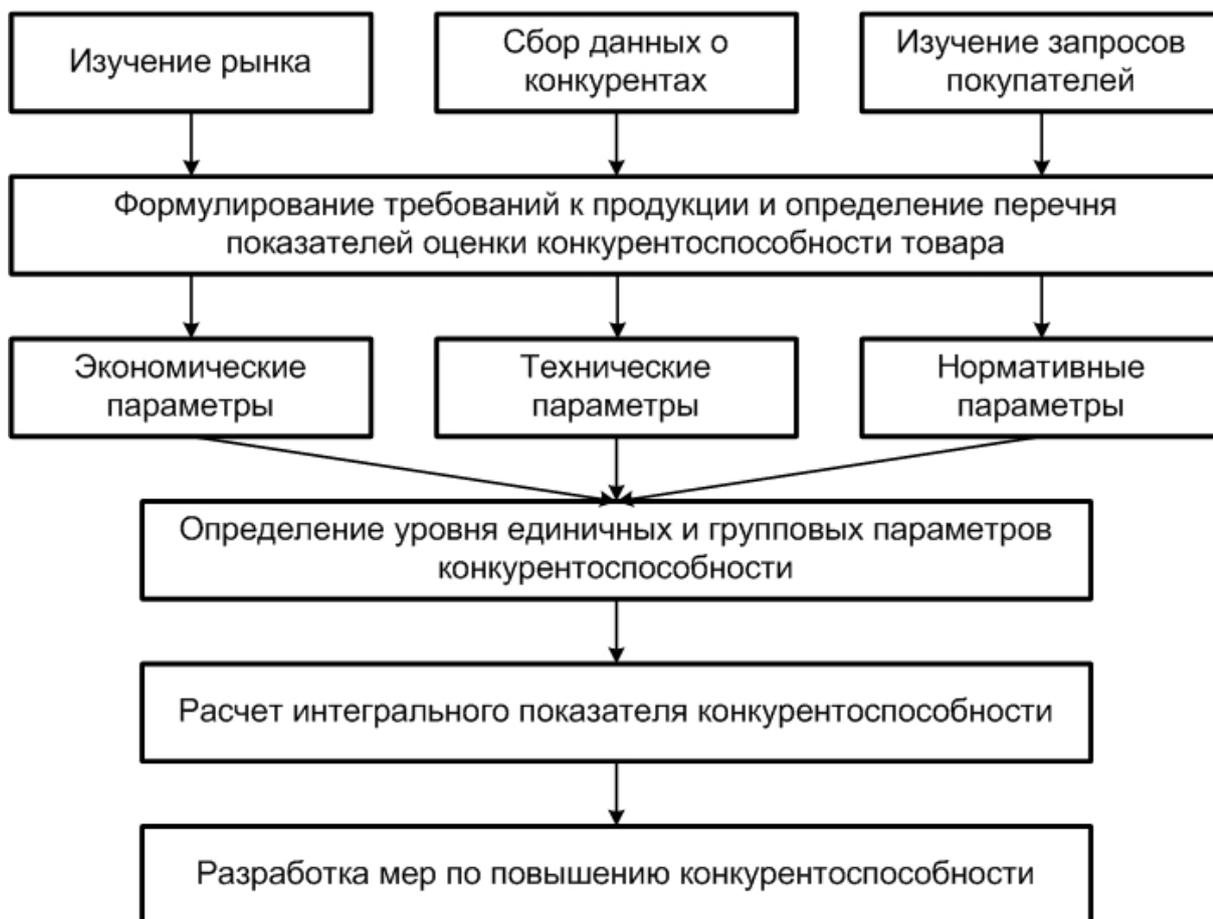


Рис. 1.2. Основные этапы при разработке мер по повышению конкурентоспособности

2. Исходя из сформированных показателей качества продукции формируются 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 так же возможность выхода на мировой рынок (рис. 1.3).

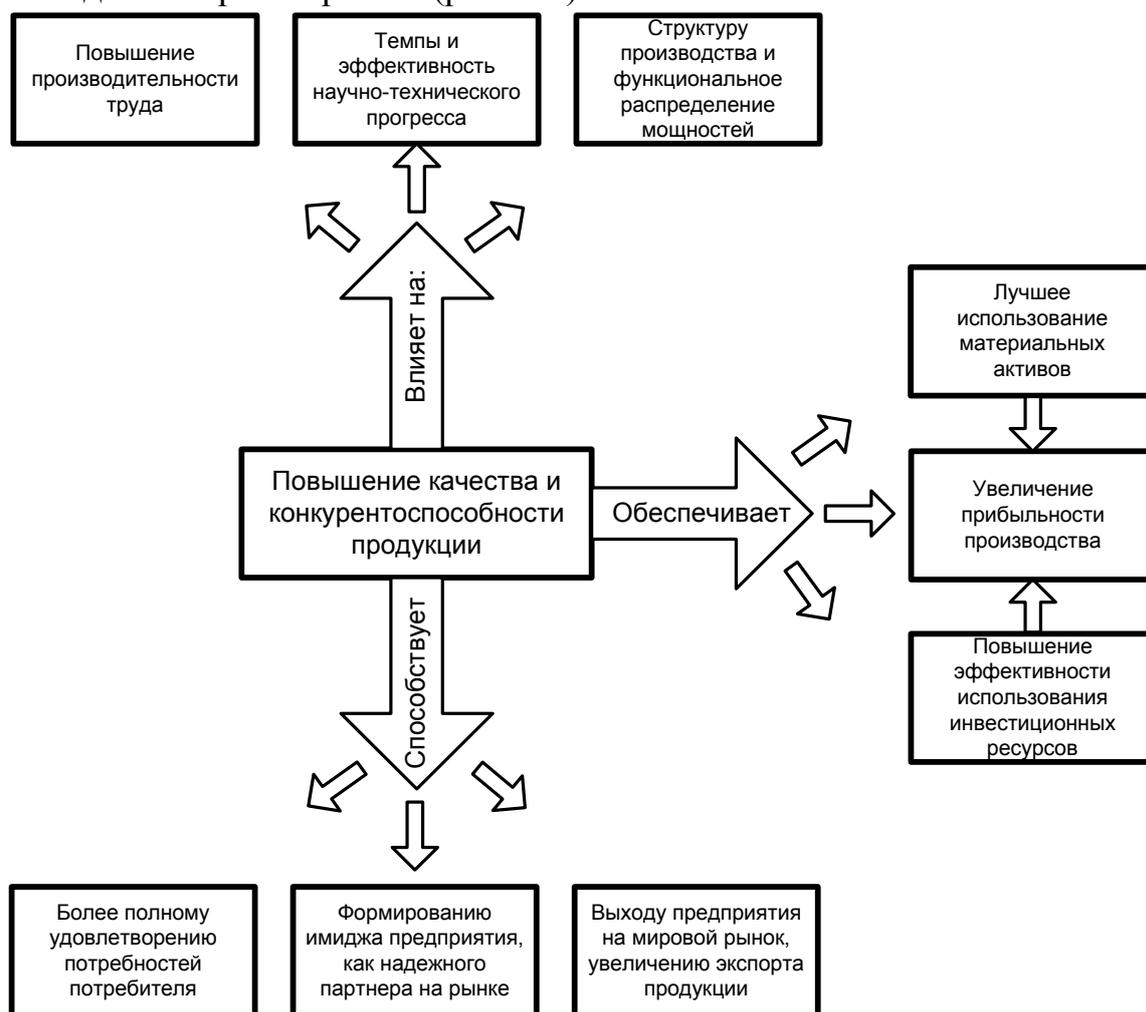


Рис. 1.3. Повышение качества и конкурентоспособности продукции и их влияние на производителя

1.3. 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) [15, 16, 17].

Конкурентоспособность продукции оценивается различными методами [18, 19]:

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 [18, 19]:

1. Дифференциальный метод 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 объединяются в группы (например, показатели назначения, эргономические, эстетические) (рис. 1.4) и для каждой группы определяют комплексный показатель. При этом 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.

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.



Рис. 1.4. Классификация показателей, определяющих конкурентоспособность промышленной продукции

Как правило, этот показатель определяется двумя способами:

1. Как отношение суммарного полезного эффекта от эксплуатации изделия (выраженных в натуральных единицах измерения) к общим затратам на ее 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 обслуживанию в гарантийный и послегарантийный период.

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.

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 присутствующих 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 (восстановляемости)	$P_{п}$	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	C_c	Взаимная увязка размеров, допусков, видов стыков; согласованность сроков службы
1.8. Эргономические показатели	$Эр$	Температурный режим; уровень токсичности, запыленности, вибрации; удобство пользования продукцией
1.9. Эстетические показатели	$Э_c$	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

Окончание табл. 2.2

1	2	3
2.2. Показатели соблюдения стандартов, ТУ, строительных норм и правил, проектов	<i>C</i>	Показатели соблюдения стандартов, ТУ, строительных норм и правил, проектной документации; процент брака, количество рекламаций
3. Экономическая эффективность		
3.1. Экономические показатели	<i>Э_к</i>	Удельные капитальные вложения, себестоимость, рентабельность, годовой экономический эффект, получаемый в народном хозяйстве
4. Конкурентоспособность на внешнем рынке		
4.1. Патентно-правовые показатели	<i>П_п</i>	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 применяться для всех видов продукции при решении всех задач. Применяемость других основных видов показателей качества приведена в табл. 2.4.

Т а б л и ц а 2.4

Применяемость показателей качества

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

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

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).



Рис. 2.1. Классификация видов услуг в строительстве

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.

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 [19, 20]:

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. [20] определяют весомость M_j по формуле

$$M_j = \frac{S_j}{\sum_{j=1}^n S_j}. \quad (2.1)$$

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 [20]. С его точки зрения, для каждого j -го свойства весомость M_j должна вычислять своим способом. Например, для такого свойства, как «производительность», весомость должна определяться выражением:

$$M_j = \frac{q_j}{q_j^{\text{эт}}}, \quad (2.2)$$

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

Несколько иначе предлагает определять весомость Г.Я. Рубин:

$$M_j = \alpha_j + \beta_j, \quad (2.3)$$

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 крайняя 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, позволяющее 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 выражениями:

$$\begin{cases} P_j \neq P_j^{\text{эт}} \\ \text{при } P_{j'} = P_{j'}^{\text{эт}} \end{cases} \quad (2.4)$$

где $P_j^{\text{эм}}$ и $P_{j'}^{\text{эм}}$ – эталонные значения абсолютных показателей j -го и j' -го свойства 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 $f(\frac{P_j}{P_j^{эм}})$ - некоторая функция, показывающая степень приближения абсолютного показателя j -го свойства P_j к эталону $P_j^{эт}$, то, в соответствии с основной идеей данного метода, можно записать:

$$M_j = F \left[f \left(\frac{P_j}{P_j^{эт}} \right) \right]. \quad (2.5)$$

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:

$$M_j \cong \overline{M}_j = \frac{\sum_{i=1}^r \frac{K_{ji}}{\sum_{j=1}^n K_{ji}}}{r}, \quad (2.6)$$

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 $P_j^{эт}$.

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 с использованием разных принципов: стоимостного и экспертного, стоимостного и вероятностного, экспертного и вероятностного.

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 определены весомости $m_j^{\text{СТ}}$ на основе стоимостного принципа. Итоговая общая весомость M_j определялась или как линейная комбинация этих двух величин:

$$M_j = \frac{m_j^{\text{ЭК}} + \beta m_j^{\text{СТ}}}{1 + \beta}, \quad (2.7)$$

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

Основными принципами экспертного метода являются:

- 1) применение метода обосновано, 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 [15].

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 вышеперечисленных 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.

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 [21, 23, 24]. 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 $K_{\text{ком}}^{\text{C}}$;

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

3) тестирование по хорошо известным характеристикам качества продукции.

Для количественной оценки компетентности используют такую формулу:

$$K_{\text{ком}} = 0,4K_{\text{ком}}^{\text{C}} + 0,6K_{\text{ком}}^{\text{B}} \quad (2.8)$$

Необходимо, чтобы при этом определение $K_{\text{ком}}^{\text{C}}$ и $K_{\text{ком}}^{\text{B}}$ 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 тоже самое, производится ранжирование объектов по выбранной шкале.

За меру согласованности экспертов при этом принимается коэффициент конкордации ω [25, 26]:

$$\omega = \frac{12S}{n^2(m^3 - m) - n \sum_1^n T_j}, \quad (2.9)$$

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 :

$$\chi^2 = \omega \cdot m(n - 1). \quad (2.10)$$

Если $\chi^2 > \chi^2_{\text{табл}}$, то показатель ω значим с установленной вероятностью. Значения $\chi^2_{\text{табл}}$ приведены в табл. 2.5.

Т а б л и ц а 2.5

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. 2.6.

Решение:

1. Находим среднее арифметическое рангов

$$P_{\text{ср}} = (16 + 14 + 15 + 29 + 5 + 26 + 35) / 7 = 20.$$

2. Определяем сумму квадратов отклонения от среднего арифметического

$$S = 644.$$

3. Находим коэффициент конкордации

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

Т а б л и ц а 2.6

Результаты ранжирования

Номер объекта	Номера экспертов					Сумма рангов	Отклонение от среднего арифметического	Квадрат отклонения от среднего арифметического
	1	2	3	4	5			
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
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
$P_{cp} = 140/7 = 20$								644

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 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.

2.2.2.1. Технология работы эксперта

Рациональное использование информации, полученной от экспертов, возможно при условии образования ее в форму, удобную 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 «слабоструктуризованными», 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, наиболее предпочтительные 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 [17, 21, 22, 27, 28].

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 ранжирование 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 выразить свое мнение тремя способами:

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

При непосредственных измерениях оценка приводится в заданных единицах: в баллах, норма-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 (2.11).

$$M_j = \frac{\sum_{i=1}^n G_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m G_{ij}}, \quad (2.11)$$

где n – количество экспертов; m – число коэффициентов весомости; G_{ij} – коэффициент весомости j -го объекта, данный i -м экспертом.

Пример.

По табл. 2.6 из предыдущего примера 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:

эксперт № 1 – $Q_5 < Q_3 < Q_2 < Q_1 < Q_6 < Q_4 < Q_7$;

эксперт № 2 – $Q_5 < Q_3 < Q_2 < Q_6 < Q_4 < Q_1 < Q_7$;

эксперт № 3 – $Q_3 < Q_2 < Q_5 < Q_1 < Q_6 < Q_4 < Q_7$;

эксперт № 4 – $Q_5 < Q_3 < Q_2 < Q_1 < Q_4 < Q_6 < Q_7$;

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 (2.12).

$$M_j = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{i,j}}{\sum_{i=1, j=1}^{n,m} Q_{i,j}}, \quad (2.12)$$

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 (2.12) для рассматриваемого примера дают следующие результаты:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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. 2.7), 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 2.7

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:

$$M_j = \sum_{i=1}^n \frac{F_{ij}}{n}, \quad (2.13)$$

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

$$F_{ij} = \frac{N_{ij}}{C}, \quad (2.14)$$

где N_{ij} – число предпочтений i -м экспертом j -го объекта экспертизы; C – общее число суждений одного эксперта, связанное с числом объектов экспертизы m соотношением:

$$C = m(m-1)/2. \quad (2.15)$$

Пример. Мнения четырех экспертов о четырех объектах экспертизы выражены следующим образом, как это показано в табл. 2.8-2.11. По сумме предпочтений каждого объекта экспертизы построить ранжированный ряд, являющийся результатом многократного измерения. Определить весомость членов ряда.

Т а б л и ц а 2.8

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 2.9

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 2.10

Мнение 3-го эксперта

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

Таблица 2.11

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 (ноль).

В таком случае сопоставительная таблица оценок одного эксперта, например, шести объектов исследования, будет иметь следующий вид (табл. 2.12).

Т а б л и ц а 2.12

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 этой таблицы 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 весомости 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 [24] 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. 2.2). 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 весомости показателей качества рассчитывают по формуле

$$M_i = \frac{\Delta a_i}{\sum_{i=1}^n \Delta a_i}, \quad (2.16)$$

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. 2.13 приведены экспертные оценки по пятибалльной шкале и фактические значения показателей качества пяти вариантов пластиковых окон.

Т а б л и ц а 2.13

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	2	3	4	5	6
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

Окончание табл. 2.13

1	2	3	4	5	6
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
$\Delta a_i = \frac{(a_i)^+}{(a_i)^-}$		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. 2.2) и найдены значения медиан на уровнях «+» $(a_i)^+$ и «-» $(a_i)^-$. Затем по формуле (2.16) рассчитаны коэффициенты весомости единичных показателей качества.

Существенно значимыми в рассматриваемом примере являются показатели, для которых $M_i > 1/n = 1/6 = 0,17$.

Таковыми показателями оказались сопротивление теплопередаче, коэффициент светопропускания, воздухопроницаемость.

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 большего 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 более правильно спроектировать объект исследования, принять или отвергнуть некоторые предварительные гипотезы, дать сравнительную оценку влияния различ-

ных 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.

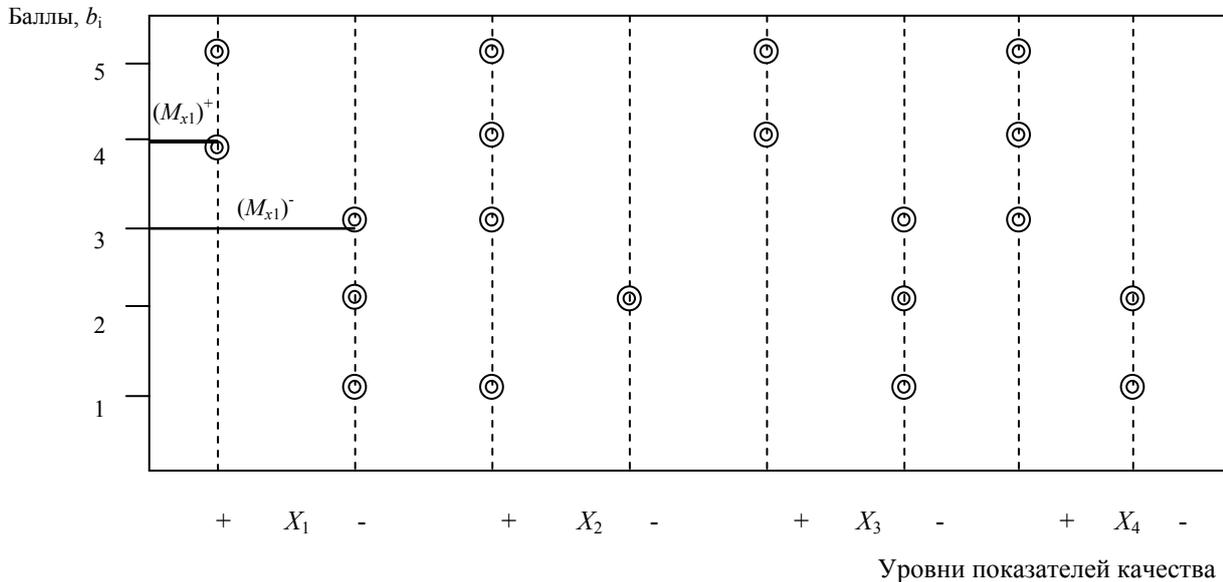


Рис. 2.2. Точечная диаграмма рассеивания показателей качества пластиковых окон

В соответствии с ГОСТ 20026-80 «Исследовательские испытания. Планирование эксперимента. Термины и определения» априорное ранжирование факторов – метод выбора наиболее важных факторов, основанный на упорядочении экспертами множества факторов по убыванию (или возрастанию) их важности, суммирование рангов факторов и выборе 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) обрабаты-

ются 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 сумму квадратов отклонений (s):

$$\Delta i = \sum_1^n a_{ij} - \frac{\sum_1^m \sum_1^n a_{ij}}{m} = \sum_1^n a_{ij} - T, \quad (2.17)$$

$$s = \sum_1^n (\Delta i)^2, \quad (2.18)$$

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, знакомых 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:

- Точность дозирования;
- Время гомогенизации;
- Влажность смеси;
- Время формования;
- Давление прессования;
- Гладкость матрицы;
- Температура сушки;
- Время сушки;
- Температура обжига;
- Время обжига

Матрица рангов, полученная из анкет, приведена в табл. 2.14.

Рассчитаем коэффициент конкордации:

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

Т а б л и ц а 2.14

Матрица рангов

Исследователи (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 мнение исследователей относительно степени влияния факторов согласуется в соответствии с коэффициентом конкордации $\omega = 0,89$. Это позволяет построить среднюю диаграмму рангов для рассматриваемых факторов (рис.2.3).

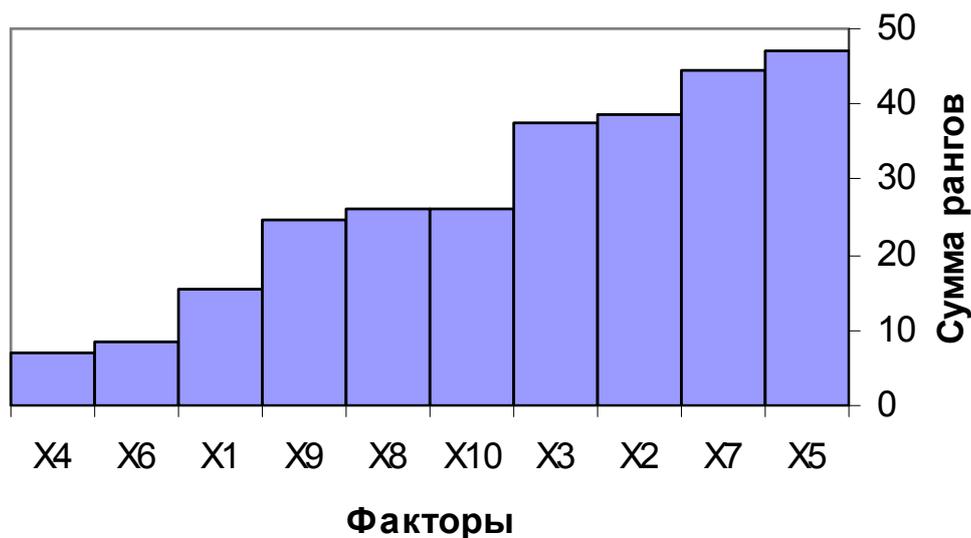


Рис. 2.3. Средняя априорная диаграмма

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

Экспертная комиссия может осуществлять упрощенную оценку в следующей последовательности [15].

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) определение коэффициентов весомости;
- 3) определение 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.

2.3. Методы определения абсолютных показателей качества продукции

Для оценки показателей качества могут быть использованы измерительный, регистрационный, расчетный, органолептический, экспертный и социологический методы [16].

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 качества 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 восприятия органов 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 обуславливают эмоциональные воздействия 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 тех-

нических 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 обуславливаются изготовителем и потребителем изделий. Испытание проводят следующим образом. На деревянном щите общей площадью 1 м², установленном в вертикальном положении на открытом воздухе, размещают попеременно 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 испытуемых 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 органолептического 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 индий и дуальное мнение.

В состав экспертной группы должны входить высококвалифицированные специалисты, степень компетентности которых в данной области при-

мерно 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 устным опросом или путем распространения анкет-вопросников, проведения конференций, выставок. Использование социологического 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 ($P^{\text{эк}}$) 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 $P^{\text{мак}}$. Для других свойств экстремальный показатель $P^{\text{экс}}$ может иметь одновременно оба значения – как минимальное $P^{\text{мин}}$, так и максимальное $P^{\text{мак}}$.

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: $P^{\text{экс}} = P^{\text{мак}} = P^{\text{доп}} \geq P \geq P^{\text{баз}}$.

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

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

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. Основы классификации методов оценки качества

Все методы, применяемые в квалиметрии, можно разделить на две группы [20]:

Дифференциальные – применяются 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 на методы:

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

По способу определения весомостей отдельных свойств на 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 на методы:

- 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 (не-экспертные).

2.7. 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.

2.7.1. 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

$$Y_{ki} = \frac{P_i}{P_{i\text{баз}}} \quad (2.19) \quad \text{– для случая, когда увеличению абсолютного значения показателя качества соответствует улучшение качества изделий}$$

$$Y_{ki} = \frac{P_{i\text{баз}}}{P_i} \quad (2.20) \quad \text{– для случая, когда увеличению абсолютного значения показателя качества характеризует ухудшение качества изделий}$$

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

$$Y_{ki} = \frac{P_i - P_{\text{при}i}}{P_{i\text{баз}} - P_{\text{при}i}}, \quad (2.21)$$

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. Необходимо 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. 2.4 условно показан процесс определения уровня качества по показателям качества оцениваемого и базового изделия с помощью восьми основных показателей, представленных на циклограмме в виде лучей 01-08. На лучах, как на шкалах, откладывают значения показателей для изделия (точки \bar{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 *б* – 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 аналога, несмотря на то, что значения отдельных показателей изделия равны значениям этих показателей аналога.

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

Пример определения уровня качества ЛДСП с использованием дифференциального метода (с учетом наиболее значимых свойств ЛДСП) представлено в табл. 2.15 и на рис. 2.4.

Т а б л и ц а 2.15

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

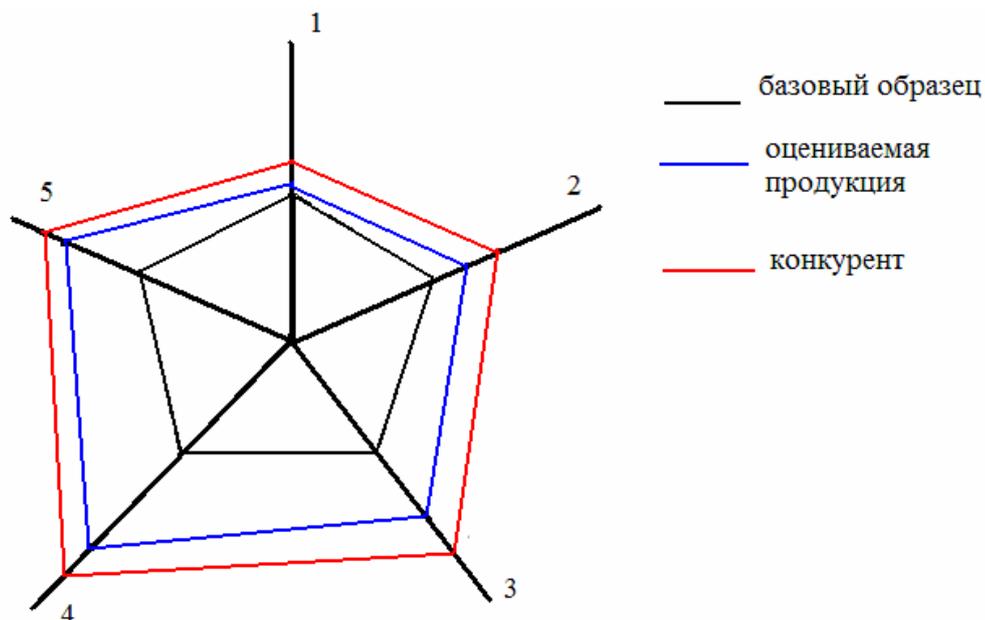


Рис. 2.4. Циклограмма для определения уровня качества изделий

2.7.2. Метод комплексной оценки уровня качества продукции

Комплексная оценка уровня качества предусматривает использование обобщенного показателя качества [21]. 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 [21]:

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 заключенного 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 [26]:

1. Выборочная арифметическая:

$$Q_A = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_i. \quad (2.22)$$

2. Выборочная геометрическая

$$Q_G = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n K_i}. \quad (2.23)$$

3. Выборочная гармоническая

$$Q_H = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{K_i}}. \quad (2.24)$$

4. Выборочная арифметическая кумулятивная

$$Q_{KA} = \frac{G_{n-2} + K_n}{2}; \quad (2.25)$$

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

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

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

5. Выборочная геометрическая величина

$$Q_{KC} = \sqrt{G_{n-2} \cdot K_n}; \quad (2.26)$$

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

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

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

6. Выборочная гармоническая кумулятивная

$$Q_{KG} = \frac{2}{\frac{1}{G_{n-2}} + \frac{1}{K_n}}; \quad (2.27)$$

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

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

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

7. Выборочная арифметическая взвешенная

$$Q_{BA} = \sum_{i=1}^n M_i K_i. \quad (2.28)$$

8. Выборочная геометрическая взвешенная

$$Q_{BC} = \prod_{i=1}^n K_i^{M_i}. \quad (2.29)$$

9. Выборочная гармоническая взвешенная

$$Q_{BG} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{M_i}{K_i}}. \quad (2.30)$$

10. Выборочная кумулятивная арифметическая взвешенная

$$Q_{KBA} = \alpha G_{n-2} + \beta K_n; \quad (2.31)$$

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

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

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

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

11. Выборочная кумулятивная геометрическая взвешенная

$$Q_{KBC} = G_{n-2}^\alpha \cdot S_n^\beta; \quad (2.32)$$

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

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

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

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

12. Выборочная кумулятивная гармоническая взвешенная

$$Q_{KBГ} = \frac{1}{\frac{\alpha}{G_{n-2}} + \frac{\beta}{K_n}}; \quad (2.33)$$

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

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

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

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

13. Выборочная обобщенная арифметическая

$$Q_{OA} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i^2}{\sum_{i=1}^n K_i}. \quad (2.34)$$

2.7.3. 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 [21]:

– 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 не адекватно характеризует качество анализируемых изделий.

Сущность смешанного метода состоит в следующем [21]:

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:

$$Y_k = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{P_{i\text{баз}}} : n + \frac{Q}{Q_{\text{баз}}} \quad (2.35)$$

или

$$Y_k = \sum_{i=1}^n q_i \frac{P_i}{P_{i\text{баз}}} + \frac{Q}{Q_{\text{баз}}}, \quad (2.36)$$

где n – число единичных показателей учитываемых самостоятельно; m_i – параметр (коэффициент) весомости i -го показателя качества (свойства).

Показатель Y_k полученный смешанным методом оценки уровня качества продукции, является обобщенным и комплексным одновременно.

2.7.4. Метод интегральной оценки уровня качества изделий

Интегральным показателем качества $P_{ин}$ называется итоговый комплексный показатель, характеризующий в наиболее общей форме эффективность работы изделия.

Интегральный показатель качества принимают для расчета $U_{ин}$ 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 [21]:

$$P_{ин} = \frac{W}{(K_c + Z_э)} \quad (2.37)$$

либо как обратное отношение этих затрат к полезному эффекту:

$$P_{ин} = \frac{(K_c + Z_э)}{W}, \quad (2.38)$$

где W – полезный эффект, т.е. количество единиц продукции; K_c – суммарные капиталовложения, включающие оптовую цену, а также затраты на установку и т.д.; $Z_э$ – 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:

$$P_{ин} = \frac{W}{K_c \varphi(t) + Z_э}, \quad (2.39)$$

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

Его вычисляют по формуле

$$\varphi(t) = \frac{E_n (1 + E_n)^{t-1}}{(1 + E_n)^t - 1}, \quad (2.40)$$

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

Расчет интегрального показателя по этой формуле 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. 2.16.

Несколько упрощенно, когда не известен срок эксплуатации изделия, $P_{ин}$ рассчитывают по следующей формуле:

$$P_{ин} = \frac{W}{K_c(1 + E_n)^t + 3_3}. \quad (2.41)$$

Т а б л и ц а 2.16

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

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.

$$Y_{ин} = \frac{P_{ин}}{P_{ин.баз}}. \quad (2.42)$$

2.7.5. 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 [21].

Основным показателем, применяемым при комплексной оценке уровня качества разнородной продукции, является относительный средний взвешенный арифметический индекс качества – $I_{\text{лг}}$:

$$I_{\text{лг}} = \frac{\sum_{n=1}^s \beta_n K_{\text{оц}}}{\sum_{k=1}^m \beta_k K_{\text{баз}}}, \quad (2.43)$$

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:

$$\beta_n = C_n \div \sum_{n=1}^s C_n; \beta_k = C_k \div \sum_{k=1}^m C_k, \quad (2.44)$$

где C_n и C_k – стоимости отдельных образцов продукции n -го и k -го видов сходной, но разнородной продукции.

В тех случаях, когда на предприятии выпускается продукция нескольких сортов, то 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:

$$I_d = \sum_{n=1}^N \alpha_n \sqrt{R_d}, \quad (2.45)$$

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, определяемый по формуле:

$$\alpha_n = C_n \div \sum_{n=1}^N C_n, \sum_{n=1}^N \alpha_n = 1; \alpha_n \geq 0, \quad (2.46)$$

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, приходящихся на единицу определенного вида продукции и равен:

$$R_d = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m \varphi_i S_i, \quad (2.47)$$

здесь 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:

$$Y_k = 1 - \frac{R_d}{C}. \quad (2.48)$$

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. 2.17.

Т а б л и ц а 2.17

Исходные данные для расчета

№	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 таблицы определяют коэффициент дефектности:

$$R_d = \frac{641,87}{30} = 21,4.$$

Уровень качества изготовления определяется по формуле:

$$Y_k = 1 - \frac{21,4}{870} = 0,98.$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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 сочли необходимым оказать помощь специалистам промышленных предприятий, занимающимся вопросами управления качеством и повышения конкурентоспособности продукции и предприятий. В работе представлены методы оценки качества и конкурентоспособности продукции и предприятий.

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. Ефферин, В.П. Оценка конкурентоспособности при маркетинговых исследованиях [Текст]: учебное пособие / В.П. Ефферин, 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 [Текст] / 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]: учебно-методическое пособие / В.И. Логанина, Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов. – Пенза: ПГУАС, 2007. – 40 с.
15. Азгальдов, Г.Г. Теория и практика оценки качества товаров [Текст] / Г.Г. Азгальдов. – М.: Экономика, 1989. – 256 с.
16. Горчаков, Г.И. Основы стандартизации и управления качеством продукции промышленности строительных материалов [Текст]: учебное

пособие для вузов / Г.И. Горчаков, Э.Г. Мурадов. – М.: Высшая школа, 1987. – 335 с.

17. Шишкин, И.Ф. Квалиметрия и управление качеством [Текст]: учебник / И.Ф. Шишкин, В.М. Станякин. – М.: Изд-во ВЗПИ, 1992. – 255 с.

18. Логанина, В.И. Обеспечение качества и повышение конкурентоспособности строительной продукции [Текст]: монография / В.И. Логанина, Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 176 с.

19. Логанина, В.И. Квалиметрия и управление качеством [Текст]: учебное пособие / В.И. Логанина, Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 304 с.

20. Азгальдов, Г.Г. О квалиметрии [Текст] / Г.Г. Азгальдов, Э.П. Райхман, А.В. Гличев. – М.: Стандартиздат, 1973.

21. Федюкин, В.К. Методы оценки и управления качеством продукции [Текст]: учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. / В.К. Федюкин, В.Д. Дурнев, В.Г. Лебедев. – М.: Информационно-издательский дом «Филинь», Рилант, 2001. – 328 с.

22. Солод, Г.И. Основы квалиметрии [Текст]: учебное пособие / Г.И. Солод. – М.: Моск.горный институт, 1991. – 84 с.

23. Макарова, Л.В. Квалиметрия и управление качеством [Текст]: учебное пособие / Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов. – Пенза: ПГУАС, 2005. – 115 с.

24. Макарова, Л.В. Квалиметрия и управление качеством [Текст]: учебное пособие / Л.В. Макарова, В.И. Логанина, И.С. Великанова. – Пенза: ПГУАС, 2009. – 72 с.

25. Лунькова, С.В. Измерение качества (квалиметрия) текстильных материалов и товаров [Текст]: методические указания к лабораторным работам / С.В. Лунькова, А.Ю. Матрохин. – Иваново: ИГТА, 2004. – 40 с.

26. Рыжаков, В.В. Основы оценивания качества продукции [Текст]: учебное пособие / В.В. Рыжаков, В.Б. Моисеев, Л.Г. Пятирублевый. – Пенза: Изд-во Пенз. технол. института, 2001. – 271 с.

27. Калейчик, М.М. Квалиметрия [Текст]: учебное пособие / М.М. Калейчик. – М.: МГИУ, 2003. – 200 с.

28. Субетто, А.И. Квалиметрия [Текст] / А.И. Субетто. – СПб.: Изд-во «Астерион», 2002. – 288 с.

О Г Л А В Л Е Н И Е

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
«ВВЕДЕНИЕ	4
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОДУКЦИИ	5
1.1. Сущность и основные понятия конкурентоспособности продукции	5
1.2. Основные пути повышения конкурентоспособности продукции..	10
1.3. Методы оценки конкурентоспособности продукции	14
2. Оценка качества продукции (услуг)	17
2.1. Система показателей качества продукции (услуг)	17
2.2. Определение значений коэффициентов весомости свойств	22
2.3. Методы определения абсолютных показателей качества продукции	42
2.4. Определение экстремальных абсолютных показателей свойств ...	44
2.5. Определение относительных показателей свойств	45
2.6. Основы классификации методов оценки качества	46
2.7. Основные методы оценки уровня качества изделий	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	61
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	62

Учебное издание

Макарова Людмила Викторовна

Тарасов Роман Викторович

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОДУКЦИИ

Учебно-методическое пособие

В авторской редакции

Верстка Н.А. Сазонова

Подписано в печать 12.12.14. Формат 60×84/16.

Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.

Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 4,0. Тираж 80 экз.

Заказ №479.

Издательство ПГУАС.
440028, г.Пенза, ул. Германа Титова, 28.