

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Пензенский государственный
университет архитектуры и строительства»

Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов

КВАЛИМЕТРИЯ

Рекомендовано Редсоветом университета
в качестве учебного пособия для студентов,
обучающихся по направлению 27.03.01
«Стандартизация и метрология»

Пенза 2016

УДК 658.562.004.12
ББК 30.607В6:65.290-80
М15

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

Макарова Л.В.

М15 Квалиметрия: учеб. пособие по направлению подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология» / Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов. – Пенза: ПГУАС, 2016. – 168 с.

Рассмотрены основные положения по обеспечению и оценке качества продукции и процессов. Особое внимание уделено вопросам квалиметрии и современным методам контроля качества. Даны примеры решения типовых задач.

Учебное пособие подготовлено на кафедре «Управление качеством и технология строительного производства» и предназначено для использования студентами, обучающимися по направлению подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология», при изучении дисциплины «Квалиметрия». Оно также может быть полезным инженерно-техническим работникам, применяющим квалиметрические методы оценки качества продукции и процессов, а также методы управления качеством.

© Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2016
© Макарова Л.В., Тарасов Р.В., 2016

ПРЕДИСЛОВИЕ

Важнейшей 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.

Данное учебное пособие позволит сформировать навыки и умения проведения анализа качества продукции в рамках овладения следующими компетенциями:

- способностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области метрологии, технического регулирования и управления качеством;

- способностью принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и во внедрении результатов исследований и разработок в области метрологии, технического регулирования и управления качеством.

В результате обучающийся будет:

з н а т ь :

- систему показателей качества объекта (продукция, услуга, процесс и т.д.);
- методы выбора направления исследования в рамках оценки качества изучаемого объекта;

- методологию оценки уровня качества объекта;

- современные методы оценки качества исследуемых объектов;

- методы осуществления экспертных и аналитических работ;

- методы оценки уровня качества продукции на всех этапах её жизненного цикла;

- законодательные и нормативные правовые акты, методические материалы по оценке и управлению качеством;

- основные принципы выбора базового образца;

- способы оценки уровня качества изучаемых объектов;

- способы анализа качества изучаемых объектов;

- правила оформления документации в рамках проведенного исследования (оценки);

- требования к разработке корректирующих и превентивных мер, направленных на повышение, обеспечение и управление качеством изучаемого объекта;

у м е т ь :

- формировать номенклатуру показателей качества объектов;

– принимать решения о фактическом уровне качества и степени достижения запланированных результатов по качеству;

– собирать, обрабатывать с использованием современных информационных технологий и интерпретировать необходимые данные для формирования суждений по соответствующим проблемам;

– анализировать и синтезировать находящуюся в распоряжении исследователя информацию и принимать на этой основе адекватные решения;

– пользоваться современной научно-технической информацией по исследуемым проблемам и задачам;

– применять на практике традиционные и современные методы оценки качества изучаемых объектов;

– формировать группу аналогов и осуществлять выбор базового образца;

– выполнять операции нормирования единичных показателей с использованием действующих нормативных документов и методов математической статистики;

– выполнять работы по измерению фактических значений выбранных единичных показателей и накопления статистических данных в ходе измерений и наблюдений;

– проводить оценку качества продукции на этапах её жизненного цикла;

– оценивать уровень качества объекта в зависимости от целей;

– оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы;

– разрабатывать и реализовывать мероприятия по совершенствованию способов и методов оценки и управления качеством изучаемых объектов;

– ставить и реализовывать задачи по разработке организационно-технических мероприятий, направленных на улучшение качества продукции;

– разрабатывать и реализовывать мероприятия по совершенствованию способов и методов оценки качества изучаемых объектов;

в л а д е т ь :

– приемами организации и проведения работы по оцениванию качества объектов;

– методами оценки уровня качества изучаемых объектов;

– основными методами оценивания, выбора единичных показателей качества с учётом действующей нормативной документации, передовых научных разработок и т.д.;

– методами ранжирования единичных показателей качества по их значимости в общей оценке или по их влиянию на результативность (эффективность) технологических процессов;

- методами вычисления единичных показателей качества в безразмерной форме и их свёртывания в комплексный показатель;
- навыками формирования целей и задач исследований;
- навыками применения компьютерных технологий при проведении работ в области оценки уровня качества объектов;
- приемами организации работ по оцениванию уровня качества изучаемых объектов;
- современными инструментами контроля, анализа и проектирования качества объектов исследования;
- методами организации работ по обеспечению качества в условиях конкретного производства;
- навыками составления планов мероприятий, направленных на улучшение качества изучаемого объекта.

Настоящее учебное пособие подготовлено в соответствии с программой курса «Квалиметрия» и предназначено для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология». Данное учебное пособие также будет полезно для обучающихся по направлениям подготовки магистратуры 27.04.01 «Стандартизация и метрология» и 27.04.02 «Управление качеством».

ВВЕДЕНИЕ

Качество, являясь характеристикой сущности объектов и их свойств, всегда имело и имеет для людей большое практическое значение. Поэтому вопросы оценки качества любых объектов, с которыми имеет дело человек, были и остаются среди важнейших.

За последние годы произошел ряд серьезных изменений в отношении общества к проблеме качества в целом и отдельным его направлениям, в частности. Квалиметрия является одним из направлений теории качества, находящей все большее применение в различных сферах человеческой деятельности.

Квалиметрия (от латинского «qualis» – какой по качеству и греческого «metron» – мера) – научная дисциплина, в рамках которой изучаются методология и проблематика комплексного количественного оценивания качества объектов любой природы.

К настоящему времени квалиметрия представляет собой относительно новую, но вполне сформировавшуюся науку и учебную дисциплину, знание, которых необходимо практическим работникам, занимающимся оценкой и последующим управлением качеством различных объектов.

В учебном пособии рассмотрены исторические аспекты возникновения квалиметрии, представлены ее основные принципы, а также виды измерительных шкал, используемых при оценке качества продукции.

Также рассмотрены основные группы показателей качества готовой продукции и услуг, а также методы определения их абсолютных значений. Описаны методы оценки коэффициентов весомости свойств объектов и изложены основные этапы процедуры оценки уровня качества продукции.

В пособии содержатся сведения об инструментах качества, используемых для проектирования качества, анализа, контроля и управления качеством продукции.

1. КВАЛИМЕРИЯ, КАК МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА КОМПЛЕКСНОГО УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

1.1. Основы концепции всеобщего управления качеством. История создания и предпосылки развития

1.1.1. Основные положения философии качества

Основоположителем современной концепции качества по праву считается американский ученый Эдвард Деминг (1900–1993). Его практическое применение статистических методов в вопросах качества в США после второй мировой войны успеха не имело. В начале пятидесятых Деминг переехал в Японию и своими идеями завоевал огромный авторитет и признание. Этот человек, которого впоследствии стали считать патриархом всемирного движения за качество, внес огромный вклад в радикальное изменение сознания японских руководителей производств и бизнеса, менеджеров и инженеров, благодаря чему появилось «японское чудо». В знак признания заслуг Э. Деминга Союз японской науки и инженеров учредил ежегодный приз его имени за вклад в повышение качества и надежности товаров и услуг. Император Японии в 1960 г. в указе о награждении Орденом Священного Сокровища отметил, что японский народ обязан Э. Демингу возрождением японской промышленности.

Деминг изложил свое видение принципов управления в книге «Выход из кризиса». Философия качества Э. Деминга основана на всеобъемлющей концепции качества и на понимании природы изменчивости. Важным компонентом философии Э. Деминга является создание среды, в которой указанные эти два качества смогут расти и развиваться, – атмосферы сотрудничества (рис. 1.1).

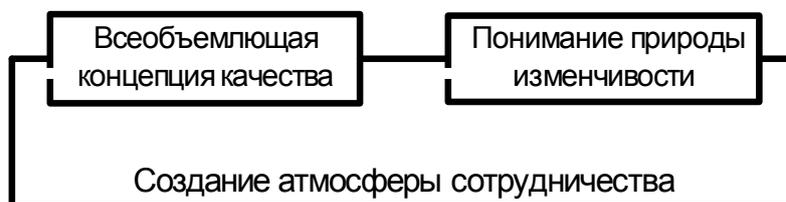


Рис. 1.1. Основы философии качества

В философии Деминга ставка делается на максимально полное использование интеллектуального потенциала всего персонала и на идеи сотрудничества как внутри, так и вне предприятия. Сконцентрировано и наглядно проиллюстрировал идеи философии качества Деминга ее пропагандист Джойнер в виде треугольника (рис. 1.2).

Одержимость качеством означает создание климата в коллективе, при котором качество стало бы главной ценностью каждого. Такая увлеченность обосновывается и прагматическими соображениями (рис. 1.3).



Рис. 1.2. Треугольник Джойнера

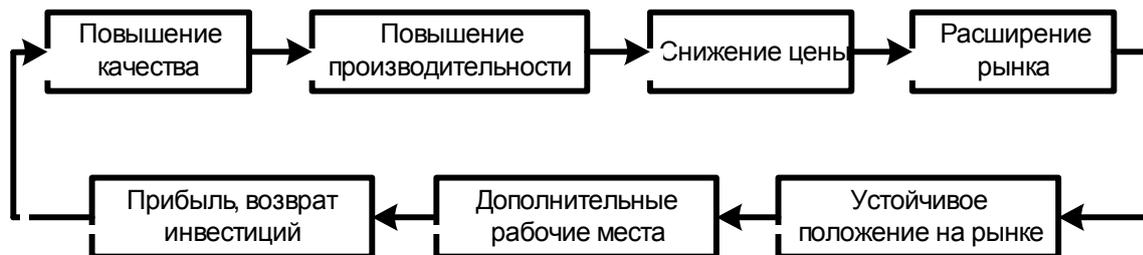


Рис. 1.3. Цепная реакция Деминга

На качество процессов оказывает влияние множество факторов, многие характеристики являются случайными. Для получения достоверной информации о случайных факторах необходима статистическая обработка данных для принятия решения.

Тезис «Все как одна команда» означает:

- ставить общую перед коллективом задачу;
- разделять на подзадачи, доступные подготовке персонала;
- обучать и помогать при ошибках;
- объединять людей так, чтобы они помогли друг другу в стремлении к общей цели – высшему качеству.

Э. Деминг разработал и предложил программу по повышению качества труда, которая базируется на 3 аксиомах:

- любая деятельность может рассматриваться, как технологический процесс, а значит, может быть улучшена.
- для эффективной работы нужны фундаментальные изменения в процессе жизненного цикла изделия.
- высшее руководство предприятия должно принимать на себя ответственность за свою деятельность.

Деминг Э. также определил 14 постулатов качества, которые позволяют правильно организовать работу производства:

1. Четко поставленная цель предприятия:

- необходимо поставить четко определенную цель предприятия, направленную на постоянное совершенствование продукции и услуг;
- необходимо заново определить культуру предприятия;
- требуются фундаментальные изменения,
- необходимы настойчивость и терпение.

2. Новая философия:

- для обеспечения экономической стабильности необходима новая философия. Мы находимся в новой экономической эре.
- качество является предпосылкой для производительности;
- довольный заказчик – стимул любой деятельности.

3. Прекращение сортировочной проверки:

- качество не может быть обеспечено за счет проверок, оно должно быть результатом процесса изготовления;
- управление процессом вместо проверки продукции;
- постоянное совершенствование процесса является задачей всех участвующих в нем.

4. Необязательно самому дешевому предложению следует отдать предпочтение:

- цена ничего не выражает, если качество неясно;
- способность поставщиков обеспечить качество должна быть статистически доказана.

5. Постоянное совершенствование систем:

- необходимо постоянно искать причины возникновения дефектов, чтобы в долгосрочном плане усовершенствовать все системы производства;
- необходимо усовершенствовать сам процесс, а не только его результаты, это повышает производительность и снижает затраты;
- необходимо контролировать процесс и управлять им при помощи статистических методов.

6. Создание современных методов обучения:

- человек является решающим звеном повсюду, в каждом процессе, даже полностью автоматизированном;
- предприятие должно иметь план обучения и повышения квалификации работающих.

7. Обеспечение правильного поведения руководства:

- необходимо применять современные методы руководства, направленные на то, чтобы помочь человеку лучше выполнять свою работу;
- руководитель является тренером своей группы;

– сотрудник не должен обвиняться в отклонениях и недостатках, вызванных системой;

– руководитель должен обладать знаниями о статистических методах, чтобы оказывать своим сотрудникам систематическую помощь.

8. Устранение атмосферы боязни:

– необходимо содействовать взаимной коммуникации для устранения боязни в пределах всего предприятия;

– из-за боязни не выполнить задание рабочий сдает также дефектные детали;

– если ошибки влекут за собой санкции, каждый сотрудник предприятия делает все для того, чтобы скрыть ошибки.

9. Устранение барьеров:

– необходимо устранить барьеры между отдельными сферами;

– барьеры в горизонтальном направлении вызывают проблемы коммуникации между отдельными сферами и их сотрудниками;

– барьеры в вертикальном направлении вызывают проблемы коммуникации между руководителями и сотрудниками;

– важно видеть в отношениях внутри предприятия отношения заказчика и поставщика.

10. Избегать предупреждений:

– необходимо устранить лозунги, призывы, предупреждения;

– достоверность действий руководства повышается, когда рабочий видит понятные цифры;

– необходимо выдвигание требований постоянного совершенствования вместо постановки произвольных целей, которые никто не рассматривает как личное дело;

– задания сверху вниз отражают желания руководителя без учета возможностей системы;

– быть примером в действиях, а не на словах.

11. Не ставить жестко установленных норм:

– устранить величины, произвольно предписывающие производительность, которую необходимо достичь;

– обеспечить постоянное усовершенствование процессов.

12. Обеспечить возможность гордиться своей работой:

– необходимо устранить все, что ставит под вопрос возможность каждого гордиться своей работой;

– не допускать выполнения работ, не имеющих смысла;

– представить сотрудникам цель работы предприятия.

13. Поощрять обучение:

– необходимо создать всеобъемлющую программу обучения и атмосферу совершенствования для каждого;

– затраты на обучение надо рассматривать как необходимые инвестиции;

– повышение квалификации должно охватывать все уровни, начиная сверху;

– знания статистических методов должны входить в базисные знания каждого сотрудника.

14. Обязанности руководства предприятия:

– необходимо включить постоянное усовершенствование качества в состав основных задач руководства предприятия.

Новая философия качества (2-й принцип Деминга) определила пять смертельных болезней промышленности и 13 препятствий, мешающих достижению цели.

Пять смертельных болезней промышленности по Демингу:

1. В планировании отсутствуют идеи о том, что надо производить товары, которые нужны заказчику.

2. Акцент на краткосрочную прибыль.

3. Неправильный подход к оценке подбора кадров, повсеместная ежегодная аттестация.

4. Текучесть кадров.

5. Управление компанией на основании только одних очевидных цифр, без учета тех параметров, которые нельзя явно выразить, но которые важны для успешного управления.

13 препятствий, мешающих достижению цели по Демингу:

1. Надежды на быстрый успех.

2. Предположение, что разрешение всех проблем обеспечит автоматизация процесса, внедрение нового оборудования и технологий (а не человеческий фактор и система).

3. Поиск готовых примеров для копирования без учета специфики фирмы.

4. Размышления типа: “У нас другие проблемы”.

5. Преобладание у руля тех, кто не имеет опыта работы по созданию товаров.

6. Плохое обучение статистическим методам.

7. Убежденность в том, что контроль решает все проблемы качества, что качество не есть продукт всего производства.

8. Убежденность в том, что все проблемы связаны только с рабочей силой, а не с системой.

9. Руководство считает внедрение системы качества законченным после подписания документов.

10. Убеждение, что нужно обеспечить лишь соответствие документам, т.е. техническим требованиям на продукцию.

11. Обманчивость нулевого брака – компании разорялись, даже делая продукцию без брака.

12. Неадекватность испытания образцов.

13. Любой, кто приходит к нам помочь, должен все понимать в нашем деле.

1.1.2. Эволюция развития форм и методов работ по качеству

Каждый этап эволюции форм и методов работ по качеству, хотя и является новым, более совершенным, тем не менее, ни в одном новом этапе не наблюдается полной новизны. Во всех случаях имеет место некоторая преемственность ранее использовавшихся способов улучшения качества. При этом не происходит механического слияния. Сочетание элементов предшествующего этапа с элементами нового приводит к некоторой трансформации и тех и других. В итоге образуется система качества более высокого уровня.

Первым этап была индивидуальная форма организации работ по качеству. Ее содержание определяется тем, что один работник решает самостоятельно все вопросы создания, изготовления и реализации продукции, неся при этом всю ответственность за качество. Эта ответственность никем не разделяется.

Такая форма работ по качеству характерна для домануфактурного ремесленного производства и для современной индивидуальной трудовой деятельности, в условиях малого бизнеса, где масштабы производственного процесса не требуют глубокого разделения труда. В этой начальной форме работ по качеству при внимательном рассмотрении можно обнаружить практически все элементы современного управления качеством:

- выявление потребности;
- определение того, какой должна быть продукция и как это будет достигнуто;
- в какой последовательности, и с какой точностью нужно выполнить операции по изготовлению задуманной продукции;
- периодический контроль своей работы, чтобы изделие получилось таким, каким его задумал он, мастер (обратные связи).

Второй этап развития организации работ по качеству допустимо назвать цеховой формой, которая исторически появилась с переходом к мануфактурной организации производства. Для этой формы уже характерно разделение функций и ответственности за качество.

Руководители цеха определяли вид продукции, который следует изготавливать, и основные требования к ней. Мастер организовывал производство, устанавливал последовательность и содержание производственных операций. Рабочие строго исполняли указания мастера. За мастером

закреплялась функция надзора и контроля, он нес общую ответственность, а рабочий отвечал за качество выполнения закрепленной за ним операции.

Переход от эпохи мастерства к разделению труда и массовому производству привел, как указывал Джозеф Джуран, к огромному росту производительности труда и такому же падению авторитета мастерства и качества.

Мастер – носитель знаний и учитель, лидер и создатель атмосферы вовлеченности и высокой мотивации учеников, членов мастерской. Мастер обеспечивал целостность и неразрывность технических и управленческих процессов. Мастер всегда работал для потребителя, он обожествлял потребителя и стремился к непрерывному совершенству. Все это и есть принципы мастерства.

Переход к индустриальному производству и промышленная революция превратили учеников в рабочих, а мастеров – в инженеров или менеджеров и разрушили принципы мастерства. Рабочие процессы стали разбивать на простые операции, выполнить которые мог почти каждый малограмотный и даже неграмотный человек. Инженер перестал быть учителем, а менеджер – лидером. Все составляющие принципов мастерства – знания и их передача, лидерство и вовлеченность, целостность процессов производства и управления, обожествление потребителя, стремление к непрерывному совершенству – разрушились и перестали работать.

В целом за повышение производительности за счет разделения труда на простые операции было заплачено:

- потерей качества продукции;
- разрушением целостности процессов;
- падением авторитета мастеров и потерей роли лидерства;
- появлением классовых различий между менеджерами и инженерами, с одной стороны, и рабочими, с другой;
- изоляцией рабочих от знаний и участия в управлении производством и его улучшении.

По мере развития цеховой формы функция контроля стала усиливаться, дифференцироваться, оснащаться специальными техническими средствами и методами. С ростом масштабов производства формируется самостоятельная служба технического контроля, вводятся пооперационный контроль, а также контроль и испытания готовых изделий. Под влиянием развития контрольной функции стало формироваться впечатление, что контроль является главным, едва ли не единственным средством достижения высокого качества продукции. В профессиональном сознании и производственной практике происходит некоторая фетишизация роли контроля в механизме управления качеством. И это настолько глубоко укоренилось, что до настоящего времени часть организаторов производства и специалистов по качеству все еще находится под влиянием этой фетишизации.

Хотелось бы отметить, что умалывать значение контроля в обеспечении качества ни в коем случае не следует, но и видеть в нем панацею от всех бед недопустимо.

Третий этап развития форм организации работ по качеству называется индустриальным. Он связан с углублением специализации производства под влиянием дальнейшего роста его масштабов. На этом этапе происходит выделение в самостоятельные профессиональные подразделения или организации функции разработки и проектирования новой продукции. В качестве примера вспомним о создании в нашей стране, начиная с середины 30-х годов, специализированных проектно-конструкторских бюро в области авиационной техники, автомобилестроения, сельскохозяйственного машиностроения, испытательных станций в сельском хозяйстве.

Для третьего этапа характерно усиление роли и значения таких звеньев производства, как проектирование, испытания, технологическая подготовка производства новых изделий. Вместе с тем развитие и усиление этих направлений деятельности еще не рассматриваются как звенья единой цепи в общей системе работ по качеству.

В это время в области работ по качеству происходит процесс большего углубления технического разделения труда. Оно, как известно, представляет собой расчленение, дифференциацию определенного вида работ на ряд частных функций, выполняемых различными в профессиональном отношении группами людей, подразделениями, организациями.

При такой организации работ по качеству существенно сокращаются сроки создания новых образцов изделий, повышается их технический уровень, уменьшаются относительные издержки, расширяется фронт поиска новых технических решений.

Техническое разделение труда – это не только дифференциация, но и интеграция производственного, трудового процесса. Дифференциация без одновременного осуществления мер по интеграции производства либо резко снижает его эффективность, либо разрушает его вовсе. Поэтому специализация всегда сопровождается (или должна сопровождаться) четкой организацией кооперирования. Это – общая закономерность эффективного производства. Она распространяется и на организацию работ по качеству.

На третьем этапе формируется более тесное и четкое взаимодействие всех звеньев, предприятий, влияющих на качество продукции. Усиливаются контакты с поставщиками сырья, материалов и комплектующих изделий. В работу по качеству втягивается все большее количество служб и участников.

Однако нередко наблюдается несогласованность, нечеткое взаимодействие между конструкторскими и технологическими службами, организациями, службой технического контроля и т.п., что служит причиной многих недоразумений в обеспечении качества, во многих случаях прямо

ухудшая его, замедляя темпы создания и освоения новых видов продукции, снижая эффективность работ по качеству.

Под влиянием роста отрицательных последствий разделения труда, а точнее недостаточно четкой и целеустремленной увязки специализированных подразделений, обеспечивающих качество, все острее ощущалась необходимость поиска нового подхода к организации работ по качеству.

Объективные обстоятельства требовали сделать следующий шаг в развитии форм организации работ по качеству с целью усиления взаимодействия всех подразделений и служб, обеспечивающих качества. Так люди подошли к формированию следующего этапа организации работ по качеству.

Четвертый этап по праву можно назвать этапом системной организации работ по качеству.

Восстановление принципов мастерства началось в США в 1905 г., когда Ф. Тейлор предложил систему управления качеством, основанную на допусках и проходных и непроходных калибрах. К этому времени разрушение целостности, неразрывности процессов производства привело к существенной проблеме – несобираемости изделий. Детали плохо подходили друг к другу, сборка носила селективный характер, росли потери от брака, т. е. потери из-за деталей, которые нельзя использовать при сборке.

Ф. Тейлор, введя понятие «допуски и калибры», дал мощный толчок развитию функциональной взаимозаменяемости. Инженеры постепенно учились рассчитывать допуски с тем, чтобы обеспечивать неселективную собираемость изделий. Тейлор одновременно ввел первую профессию в области качества – инспектор качества или технический контролер и построил первый цикл PDCA (планируй – делай – проверяй – действуй).

Планировать (Plan) качество должны инженеры, число которых было невелико; делать (Do) – выполнять работу должны рабочие; проверять (Check) – контролеры; действовать (Action) – менеджеры, действия которых были весьма примитивны. За брак, т. е. за изготовление деталей, не попадавших в поле допуска или не прошедших контроль калибров, наказывали: штрафовали и увольняли.

Альфред Слоун, глава компании «Дженерал Моторс», в 20-е годы применил принцип разделения труда Адама Смита к управлению и тем самым придал законченный вид той системе, которую имеют в виду, говоря о «массовом производстве».

К середине 20-х годов обозначились первые пределы возможностей системы Тейлора. На одном из заводов Bell Labs – «Вестерн Электрик» в Хауторне численностью в 40 тыс. человек трудились 5200 контролеров, но качество продолжало оставаться низким. В Bell Labs было сделано сразу несколько открытий. Рассмотрим три из них:

1. Вальтер Шухарт разработал концепцию статистического управления процессами (SPC), в которой уделялось внимание вариациям процессов и предотвращению дефектов вместо их обнаружения.

Шухарт ввел понятие «процесс, находящийся в управляемом состоянии». Такой процесс должен быть стационарным в статистическом смысле и, кроме того, вариации параметров любых двух изделий, вышедших из процесса, должны быть статистически независимыми.

Чтобы определить в управляемом или неуправляемом состоянии находится процесс, Шухарт разработал инструментарий – контрольные карты. Границы контрольных карт обозначали поле, внутри которого должны находиться почти все измерения процесса, если он в управляемом состоянии. Выход за пределы контрольных границ означал, что процесс вышел из управляемого состояния под воздействием особых причин, которые надо выявить и устранить. Концепция процессного подхода, предложенная В. Шухартом, позволяла улучшать техническую совместимость процессов, повышать функциональную взаимозаменяемость.

Шухарт В. предложил новую концепцию цикла PDCA, где планирование предусматривало улучшение процессов, в выполнение планов по их улучшению включались и инженеры (конструкторы, технологи), и рабочие. Роль проверок из технического контроля превращалась в информационное обслуживание процесса, а действия предусматривали устранение особых причин вариаций и уменьшение вариаций, обусловленных общими причинами.

Это был революционный шаг, он вернул в производство принципы непрерывного совершенствования и ценности знаний и их носителя – человека, а также ориентацию на факты при принятии решений.

2. В Bell Labs поняли, что разделение труда ведет к появлению функциональных барьеров, т.е. барьеров между частями управленческого процесса, названных функциями, и там создали первую кросс – функциональную команду под руководством д-ра Джонса, в которую входил В. Шухарт и другие в последующем знаменитые специалисты в области качества.

3. В Bell Labs осознали роль потребителя, которая выразилась в стремлении делать продукцию прогнозируемого качества, а в случае серийного изготовления – неотличимого качества.

Далее основные действия переносятся в послевоенную разрушенную Японию, которую США стали преобразовывать в демократическую и экономически здоровую нацию, что позволило создать хорошие условия для роста бизнеса. Одно из таких действий было направлено на преодоление недостатков японского менеджмента. С этой целью в Японию был приглашен д-р Э. Деминг – ученик и последователь д-ра В. Шухарта.

Деминг Э. ознакомил японских руководителей, среди которых было много молодежи, пришедшей на смену старой администрации, отстраненной от управления компаниями за связи с милитаристскими кругами, с новой для них концепцией статистического управления качеством и с приоритетной ролью потребителя. Эта концепция плодотворно соединилась с японскими принципами семейных отношений внутри компаний, пожизненным наймом и стремлением к вовлечению рабочих в процессы управления и улучшения.

С середины 60-х годов под влиянием усиливающейся конкуренции проблемы качества стали обсуждать не только в цехах. Все чаще это стало происходить на заседаниях правлений фирм, т.е. попало в сферу деятельности высших звеньев управления, специалистов по менеджменту, бизнесу. Управление и обеспечение качества в настоящее время в силу сложности производства требует участия всего персонала предприятия, в том числе обязательно и рабочих.

В 60-70-е годы среди американских промышленников культивировалось мнение, что управление и обеспечение качества продукции в силу своей специфики является прерогативой специальных подразделений аппарата управления предприятий и служб контроля. Эта точка зрения, в частности, излагалась в ряде работ американского ученого и практика А.Фейгенбаума.

Японский же подход к качеству практически с самого начала его формирования основывался на идее участия всего персонала в управлении и обеспечении качества продукции. В изучении и развитии методов управления качеством участвуют все подразделения и работники предприятия. Эта концепция отражена практически во всех трудах профессора Исикавы.

В настоящее время на многих зарубежных предприятиях и ряде отечественных происходит процесс интеграции обоих выше указанных подходов – всеобщее участие в управлении и обеспечении качества в сочетании с деятельностью, особенно на крупных предприятиях, специализированного органа.

Наиболее характерными примерами системной организации работ по качеству в нашей стране являются: Саратовская система бездефектного изготовления продукции и сдачи ее ОТК и заказчику с первого предъявления, Горьковская система КАНАРСПИ (Качество, надежность, ресурс с первых изделий), Ярославская НОРМ (Научная организация работ по обеспечению моторесурса), и КС УКП (комплексная система управления качеством продукции).

Саратовская система позволила авиационному заводу сократить брак в 3 раза. 90 % продукции сдавалось с первого предъявления. Контроль за качеством труда осуществлял сам исполнитель. В системе бездефектного

труда (БТ) возникли различные движения «сдача продукции с первого предъявления», «работа с личным клеймом» и др.

Количество труда оценивалось вместе с качеством труда коэффициентом

$$K = \frac{P}{N} \cdot 100,$$

где K – коэффициент сдачи продукции с первого предъявления за период;

P – количество продукции, принятой ОТК с первого предъявления;

N – предъявленное ОТК количество всей продукции.

Основные принципы системы следующие:

– непосредственный исполнитель несет полную ответственность за качество выполняемой работы;

– исполнитель предъявляет продукцию, предварительно полностью проверив ее и убедившись в отсутствии дефектов;

– продукция, имеющая неисправимые дефекты, отделяется самим исполнителем и отдельно предъявляется ОТК для оформления акта о браке;

– не допускаются какие-либо отклонения от требований технической, технологической или другой документации;

– ОТК возвращает всю продукцию исполнителю на доработку при обнаружении первого же дефекта;

– запрещается оформлять временные разрешения на сдачу ОТК продукции, изготовленной с отступлением от требований документации;

– последующие предъявления продукции ОТК осуществляются с разрешения руководства цеха.

Успешное функционирование системы потребовало от инженерных и вспомогательных служб цеха, руководства предприятия четкой организации обеспечения всем необходимым рабочих мест.

Дело в том, что если рабочий знал, что отклонения от заданного качества возникнут из-за некачественного инструмента, плохо настроенного станка или других, от него независимых причин, он прекращал выполнять работу и требовал исправлений. В противном случае вся вина и ответственность ложились бы на него.

Система активно способствует развитию инициативы для перехода на работу с личными клеймами и сдачи продукции по доверенности. С правом самоконтроля могли работать отдельные рабочие, бригады, участки и цеха.

Система обогатила социалистическое соревнование за качество развитием таких форм, как движение за звание «Отличник качества», мастер «Золотые руки» и др. В рамках системы получила развитие особая организационная форма – День качества, на котором подвергались критическому

анализу итоги работы по обеспечению установленного качества продукции за истекший период и разрабатывались мероприятия по улучшению качества продукции. Дни качества проводились на всех уровнях управления предприятием.

Для обеспечения эффективного применения системы постоянно проводилось обучение и воспитание кадров. Одной из характерных для системы форм обучения были Школы качества.

С начала 60-х годов саратовская система широко распространяется на предприятиях всех отраслей промышленности нашей страны и за рубежом.

Примерно в это же время или несколькими годами позже подобная система зародилась в США, где она получила наименование «Ноль дефектов». Затем эту систему стали применять на предприятиях Японии. В каждой стране, да и на каждом предприятии, системы имели некоторые отличия, но главный принцип – изготовить в точном соответствии с установленными требованиями и нести личную ответственность за качество изготовления – был повсюду един.

Львовская система СБТ представляет собой модернизацию Саратовской системы бездефектного труда. В ней предусматриваются требования не только к производству, но и на разработку конструкторской документации.

Львовская система предусматривала более эффективное решение одной из важнейших задач – планирование и поддержание достигнутого уровня качества труда. В системе основным показателем качества труда являлся не процент сдачи продукции ОТК и заказчику с первого предъявления, а обобщенный критерий – коэффициент качества труда. Он рассчитывается по формуле

$$K_{\text{кт}} = K_0 - \sum_{j=1}^m k_{cj} + \sum_{i=1}^n k_{ni},$$

где $K_{\text{кт}}$ – коэффициент качества труда;

K_0 – коэффициент, принятый за норму (обычно равен 1);

K_c – коэффициент степени качества (устанавливается за нарушение требований к качеству труда);

K_n – коэффициент повышения за превышение установленных требований за качество;

m и n – количество показателей, рассматриваемые на предприятии.

В дальнейшем на предприятиях и в организациях страны при расчете обобщенного коэффициента качества труда стали учитывать не только показатели, характеризующие недостатки, но и показатели, отражающие положительные результаты в работе, превышающие установленные требования к качеству труда. Коэффициенты повышения и снижения

строго классифицируются и нормируются с учетом специфики каждого подразделения, службы предприятия и выражаются в долях единицы.

Коэффициент качества труда позволяет достаточно всесторонне и объективно оценивать качество работы как отдельных исполнителей, так и коллективов производственных подразделений и служб предприятия, организации, обеспечивает сопоставимость и наглядность результатов этой работы, дает возможность целенаправленно и действенно использовать методы морального и материального поощрения за бездефектный труд.

Система КАНАРСПИ направлена на создание условий, обеспечивающих высокий уровень конструкторской и технологической подготовки производства и получение в сжатые сроки требуемого качества продукции с первых промышленных образцов.

Основная задача системы – выявление на этапе проектирования изделий максимального количества причин возможных отказов и их устранение в допроизводственный период. Решение этой задачи осуществлялось за счет развития экспериментальной и исследовательской баз, повышения коэффициента унификации широкого применения методов макетирования, моделирования, ускоренных и сокращенных испытаний для отработки конструкторско-технологических решений, продолжения процесса конструкторско-технологической отработки изделия во время технологической подготовки производства. Эти работы выполнялись комплексными бригадами, включающими конструкторов, технологов, рабочих и заказчика. Изделия, прошедшие такую конструкторско-технологическую отработку, имеют, как правило, вдвое меньше конструктивных дефектов, чем изделия, не прошедшие ее.

При технологической подготовке производства система ориентирует на применение прогрессивных технологических процессов и их дальнейшее совершенствование, максимальное использование стандартных и типовых технологических процессов, унифицированной, сборно-разборной, универсально-сборной оснастки, унифицированного контрольно-испытательного оборудования.

На этапе производства система КАНАРСПИ использовала принципы Саратовской системы. В системе КАНАРСПИ эксплуатацию рассматривают как этап формирования обратной связи для накопления информации, используемой при проектировании новой и доработке действующей конструкции.

Система КАНАРСПИ позволила на многих предприятиях сократить сроки доводки новых изделий до заданного уровня качества в 2-3 раза, повысить надежность выпускаемых изделий, увеличить ресурс изделия в 2 раза, снизить трудоемкость и цикл монтажно-сборочных работ в 1,5-2 раза.

Система НОРМ – научная организация работ по увеличению моторесурса была разработана в середине 60-х годов на Ярославском ордена

Ленина моторном заводе. Эта система характеризуется, прежде всего, тем, что впервые в системе качества за критерий принят технический параметр продукции, в данном случае важнейший параметр двигателя – величина моторесурса, наработка в часах до первого капитального ремонта при нормальных условиях эксплуатации с заменой в этот период отдельных быстроизнашивающихся сменных деталей.

В основу системы НОРМ положен принцип последовательного и систематического контроля уровня моторесурса и его планомерного увеличения на базе повышения надежности и долговечности деталей и узлов, лимитирующих моторесурс. Особое внимание в системе уделялось созданию исходной конструкции двигателя и разработке наиболее совершенной технологии, накоплению научных заделов для совершенствования элементов конструкции и технологии.

Проверка целесообразности и эффективности разработок, обобщение опыта эксплуатации проводились эксплуатационно-исследовательским бюро при отделе главного конструктора. При ОТК были созданы рекламационно-исследовательское бюро и сеть эксплуатационных пунктов, накапливающих и анализирующих информацию, поступающую на завод в качестве обратной связи. Широко использовались различные методы и технические средства ускоренных испытаний двигателей.

Задача планомерного увеличения моторесурса решалась на основе создания такой организационно-технической системы, которая обеспечивала комплексное решение задач создания конструкции, эксплуатации и ремонта двигателей.

Разработаны были и последовательно реализовывались формы и методы решения организационно-технических, конструкторских и технологических задач. Организационная структура комплекса работ по поэтапному увеличению моторесурса двигателя включала в себя:

- определение фактического моторесурса двигателя и возможного уровня его повышения;
- разработку рекомендаций по обеспечению проектируемого уровня;
- проведение экспериментальных и исследовательских работ;
- разработку комплексного плана конструкторских и технологических мероприятий по обеспечению повышения моторесурса;

Одним из средств решения проблемы повышения надежности и долговечности деталей двигателя явилось внесение изменений в государственные стандарты. Только в первый период функционирования системы за годы девятой пятилетки экономический эффект от повышения моторесурса двигателей на Ярославском моторном заводе составил около 600 млн руб., что в то время было равно стоимости основных фондов предприятия.

Следующим этапом в развитии системных методов улучшения качества явилась разработка и экспериментальная проверка комплексной

системы управления качеством продукции КС УКП. Начало ее разработки относится к концу 60-х годов.

Система в 1972-73 г.г. прошла практическую апробацию и доработку в процессе крупного научно-производственного эксперимента на ряде промышленных предприятий г.Львова.

КС УКП – результат научного обобщения всего передового опыта. Она аккумулировала в себе все лучшее, все прогрессивное, что было свойственно предшествующим системам: Саратовской, Горьковской КАНАРСПИ, Ярославской НОРМ и других.

Если коротко и в концентрированной форме отметить характерные черты КС УКП, то их пять:

- во-первых, была сформулирована главная цель системы;
- во-вторых, все действия в рамках системы были сгруппированы в специальные функции;
- в-третьих, предусматривалась многоуровневая организация управления на уровне предприятия, службы цеха, участка, рабочего места;
- в-четвертых, стандарты предприятия были использованы в качестве организационно-технической основы системы;
- в-пятых, при создании системы, ее внедрении и развитии использовались во взаимосвязи методы системности проблемно-целевой направленности управления и специальных функций управления качеством, экономического, материального и морального стимулирования повышения качества продукции общей теории управления.

Главная цель системы заключалась в обеспечении постоянного роста качества и технического уровня выпускаемой продукции в соответствии с плановыми заданиями, запросами потребителей и требованиями стандартов.

Кроме общей формулировки главной цели указывалось, какими путями она достигается созданием и освоением новых высококачественных видов продукции, соответствующих лучшим мировым образцам, повышением удельного веса продукции высшей категории качества в общем объеме производства, улучшением показателей качества путем модернизации выпускаемой продукции, своевременным снятием с производства или заменой морально стареющей продукции.

Практиковалась аттестация продукции по трем категориям качества. Наилучшая продукция специальными аттестационными комиссиями относилась к высшей категории, морально устаревшая – ко второй, вся остальная – к первой. В некоторых отраслях промышленности в числе плановых заданий выступали планы разработки и освоения производства изделий, по своему качеству и техническому уровню не уступающих лучшим мировым образцам, обеспечением выпуска изделий в строгом соответствии с требованиями НТД, внедрением в производство новейших достижений

науки и техники, передового опыта, совершенствованием и развитием форм и методов управления качеством продукции.

Выделение в системе главной цели указывало на то, что у каждого отдельно взятого предприятия могут быть самоподчиненные цели, конкретизирующие главную цель и отражающие как особенности продукции, так и интересы, запросы заказчиков- потребителей.

Сочетание целей управления качеством продукции с основными путями их достижения наполняло конкретной действительностью главную цель, которая сформулирована несколько в декларативной форме.

В КС УКП с учетом масштаба производства, характера выпускаемой продукции, специализации и связей по кооперированию реализуются полностью или частично следующие специальные функции управления качеством продукции:

- прогнозирование потребностей, технического уровня и качества продукции
- планирование повышения качества продукции;
- нормирование требований к качеству продукции;
- аттестация продукции;
- организация разработки и постановки новой продукции на производство;
- организация технологической подготовки производства;
- организация метрологического обеспечения;
- организация материально-технического обеспечения;
- специальная подготовка и обучение кадров;
- обеспечение стабильности запланированного уровня качества продукции при ее разработке, изготовлении, складировании, транспортировании, сбыте и потреблении (эксплуатации);
- стимулирование повышения качества продукции;
- ведомственный и государственный контроль качества и испытания продукции;
- государственный надзор за внедрением и соблюдением стандартов и технических условий и состоянием средств измерений;
- правовое обеспечение управления качеством продукции;
- информационное обеспечение системы.

В зависимости от организационной структуры предприятия и степени централизации управления задачи по каждой специальной функции КС УКП могут выполняться одним или несколькими подразделениями (исполнителями) одно подразделение (исполнитель) может выполнять несколько специальных функций управления качеством. Распределение специальных функций управления качеством между подразделениями предприятия зависит от масштаба и характера производства, состава подразделений и служб предприятия и др.

Структура КС УКП предусматривает многоуровневую организацию управления на уровне объединения, предприятия, цеха, участка, бригады, отдельного рабочего места. Управление качеством продукции осуществляется не только по видам производственной деятельности, по специальным функциям управления, но и по производственным задачам (программам), что обеспечивает сочетание целевого, функционального и линейного управления.

КС УКП – это первая система управления качеством продукции, в которой организационно-технической основой управления стали стандарты предприятия. Это чрезвычайно важное, принципиально новое положение в совершенствовании механизма управления качеством продукции. Оно позволило всю работу, проводимую на предприятии по управлению качеством продукции, поднять на новую организационную ступень, создает прочную основу для закрепления накопленного передового опыта и дальнейшего его творческого развития.

Стандарты предприятия регламентируют проведение организационных, технических и экономических мероприятий, направленных на повышение качества выпускаемой продукции, устанавливают порядок действий и ответственность каждого исполнителя в работе по достижению высокого технического уровня, надежности и долговечности продукции. Стандарты предприятий дают возможность с большей эффективностью использовать материальные и трудовые ресурсы, своевременно сосредоточивать внимание рабочих и инженерно-технических работников на использовании дополнительных резервов производства.

Комплекс СТП систематически пересматривался с учетом передового опыта, достижений научно-технического прогресса и исходя из задач повышения качества продукции на очередной плановый период.

В результате эксперимента на промышленных предприятиях г. Львова стало очевидным, что создание комплексной системы это сложная, кропотливая, новая для предприятий работа, занимающая значительный отрезок времени. Стало ясно, что создание систем должно осуществляться путем их проектирования и осуществления таких проектов.

Создание КС УКП включало в себя три этапа:

I этап – подготовка к разработке системы;

II этап – разработка проекта системы;

III этап – внедрение системы.

На этапе подготовки к разработке системы издавался приказ об организации работ по разработке системы и создании координационно-рабочей группы (КРО) во главе с главным инженером или директором предприятия.

Организовывалась техническая учеба руководителей и специалистов, участвующих в разработке документации на систему.

Разрабатывалась программа анализа и проводился анализ состояния дел по качеству продукции.

На этапе разработки проекта системы осуществлялись:

- разработка технического задания на КС УКП;
- разработка технического проекта КС УКП;
- разработка рабочего проекта КС УКП

Техническое задание на разработку КС УКП устанавливало требования к построению системы, цель и задачи системы, состав специальных функций управления качеством продукции, состав стандартов предприятия, перечень нормативных и методических документов, с которыми должны быть увязаны стандарты предприятия, а также требования к организации разработки системы подразделения, ответственные за разработку и реализацию функций КС УКП, сроки разработки стандартов предприятия КС УКП, исполнители.

При разработке технического задания первостепенное внимание уделялось формулированию и конкретизации целей и задач системы. Цель системы должна была отражать политику предприятия в области качества продукции как в общей направленности, так и в количественных показателях роста технического уровня и качества продукции, снижения потерь от брака, рекламаций по разработке новых видов продукции и ряд других.

Технический проект определял основные принципиальные организационно-технические решения, дающие полное представление о структуре КС УКП и связях различных элементов в системе. Он включал:

- копию технического задания;
- первую редакцию стандарта «Комплексная система управления качеством продукции. Основные положения»;
- комплект технических заданий на разработку всех стандартов предприятия, перечень средств обеспечения, план мероприятий по повышению организационно-технического уровня производства.

Рабочий проект комплексной системы представлял собой комплект нормативно-технических документов, необходимых для обеспечения функционирования системы. Рабочий проект КС УКП включал:

- комплекс стандартов предприятия, разработанный в соответствии с ТЗ на систему;
- государственные, отраслевые и республиканские стандарты, технические условия и другие нормативно-технические и руководящие документы, на которые есть ссылки в стандартах предприятия;
- действующие на предприятии положения о подразделениях и должностные инструкции, на которые есть ссылки в стандартах предприятия;
- утвержденные планы мероприятий по внедрению нормативно-технических документов, входящих в состав рабочего проекта системы.

Разработка проекта КС УКП завершалась утверждением комплекса стандартов предприятия в соответствии с ТЗ на систему и регистрацией рабочего проекта КС УКП в базовой организации отрасли.

На этапе внедрения системы:

- предусматривались реализация мероприятий по внедрению стандартов предприятия, обучение руководящего состава и исполнителей, подготовка всех служб к внедрению системы, оснащение средствами обеспечения системы;

- издавались приказы о введении в действие утвержденных стандартов предприятия и выполнении мероприятий по их внедрению;

- организовывался контроль за внедрением и соблюдением стандартов предприятия.

Система считалась внедренной, если:

- разработаны, утверждены и действуют стандарты предприятия, предусмотренные ТЗ на систему;

- разработаны, утверждены и зарегистрированы ТЗ и рабочий проект системы;

- достигнуты цели и решены задачи, поставленные в ТЗ на систему;

- зарегистрирован в территориальном органе Госстандарта акт внедрения КСУКП.

60-80-е годы XX в. стали периодом доминирования японцев на мировых рынках. Европа, пытаясь противостоять натиску Японии и других стран Юго-Восточной Азии, обратилась к традиционным ценностям: к правилам и процедурам. В результате в 1979 г. в Великобритании появились стандарты BS 5750, которые спустя восемь лет стали международными стандартами ИСО серии 9000.

В первой (1987 г.) и второй (1994 г.) версиях стандартов налицо попытка усилить роль функционального менеджмента за счет улучшения распределения ответственности, полномочий и взаимодействия. Через принятый в стандартах элементный подход просматривался процессный взгляд на менеджмент. Но взгляд этот был непоследовательным и противоречивым. Попытка реформировать стандарты ИСО серии 9000, принятая в 1994 г., успехом не увенчалась.

С момента появления стандарты ИСО серии 9000 встретили критику со стороны США и Японии. Американцы объявили, что европейцы построили свою крепость, а японцы, принявшие, кстати, стандарты ИСО серии 9000 в качестве национальных только в 1991 г., долго сдерживали их распространение, опасаясь, что они нанесут вред их собственному менеджменту качества.

С 1981 г., после показа фильма Л. Доббинса «Если это могут японцы, почему не можем мы», США начали борьбу за потерянное преимущество. В этот период получают развитие идеи TQM (всеобщего менеджмента

качества), направленные на преодоление функциональных барьеров менеджмента и восстановление неразрывности управленческих процессов.

В 90-е годы происходит формирование еще одного важного направления – реинжиниринга бизнес – процессов. Майкл Хаммер и Джеймс Чампи выступили с манифестом революции в бизнесе. Суть реинжиниринга в радикальном, фундаментальном перепроектировании бизнес – процессов. Реинжиниринг стал невероятно популярным, особенно в США. Он позволил посмотреть еще раз на бизнес с точки зрения процессного подхода и показал его высокую эффективность.

Еще одним крупным шагом было создание компанией «Моторола» программы «шесть сигм». Это был ренессанс статистического подхода к управлению процессами, который позволил довести уровни несоответствий в процессах до нескольких несоответствий на миллион изделий. «Моторола» и «Дженерал Электрик» сообщили, что внедрение программы «шесть сигм» принесло им до 6 млрд. долл. в год.

В 1987 г. в США принимают модель премии Болдриджа, которая сконцентрировала новые и старые идеи менеджмента в комплекс представлений о компаниях мирового класса. Фокус на потребителя, лидерство, участие персонала становятся основой модели.

В конце семидесятых многие компании США испытывали огромное давление. Одних задела международная конкуренция, других – новые предпринимательские компании, которые по существу переопределили бизнес заново, а третьи обнаружили, что новые технологии создают угрозу их предложениям. Серьезная опасность нависла тогда над американской автомобильной промышленностью. Форд за три года потерял 3 млрд долл., Крайслер вынужден был занять деньги у правительства, чтобы избежать банкротства. В других отраслях картина была похожая. Ксерокс потерял половину своих рынков, электронная промышленность боролась за выживание, изготовители цветных телевизионных трубок продавали свои заводы или просто уходили из бизнеса...

Проблемы конца 70-х неуклонно подталкивали компании США пересмотреть базовые организационные структуры, процессы бизнеса и операции. Оглядываясь назад на успехи и падения, можно увидеть, что три фундаментальные концепции – постоянное совершенствование, фокус на потребителя и ценность каждого сотрудника организации – стали широко работать. Трудно найти какую-либо ведущую компанию, которая не ставила бы каждый год амбициозные цели улучшения и не бросала бы вызов существующему положению вещей.

Уровни дефектов снизились в тысячи раз, время цикла создания продукции сократилось на 90 %, запаздывание поставок сократилось в десятки раз и коренным образом улучшились показатели обслуживания потребителей. Остались позади «приемлемый уровень качества» и нормы качества,

выражаемые «оптимальным процентом дефектов». Постоянное совершенствование стало таким привычным способом жизни, что невозможно и вспомнить, когда этого не делали.

Компании заново открыли для себя потребителя. Власть теперь в руках потребителей, и компании знают об этом. Плохие продукция и услуги немедленно выявляются, информация об этом доводится до общественности и виновник наказывается. Фокус на потребителя – теперь уже не способ достичь конкурентоспособности, а необходимая часть управления бизнесом.

Третье фундаментальное изменение состоит в осознании важности творчества, изобретательности и рабочей этики среднего работника. Заново открыта ценность каждого индивида, а также поняты ограничения системы Тейлора. Уже никто не считает, что малое число инженеров, менеджеров или внешних консультантов может определять рабочие процессы для большого числа рабочих. Раскрытие потенциала огромного числа людей – одно из главных изменений за последние 20 лет.

В настоящее время подготовлена новая версия стандартов серии 9000. В результате консенсуса рождаются восемь принципов менеджмента качества: ориентация на потребителя, лидерство, вовлечение людей, процессный подход, системный подход к менеджменту, непрерывное улучшение, подход к принятию решений на основе фактов, взаимовыгодные отношения с поставщиками.

Компании научились, находясь в условиях массового производства, производить продукцию высочайшего качества, достойную великих мастеров прошлого. Но мастера настоящего – это не гениальные одиночки, а команды и группы, объединяющие знающих и вовлеченных людей, управляемые мастерами менеджмента – лидерами, ведущими корабли компаний в турбулентном океане современного бизнеса, ориентируя свой курс на божественную звезду – потребителя, не упуская из виду интересы всех заинтересованных сторон: поставщиков, служащих, акционеров, общества.

1.1.3. Краткая история зарождения квалиметрии

Термин «квалиметрия» образован от латинского *qualitas* – качество (или *quails* – какой по качеству) и греческого *melreo* – измеряю.

Качество, как характеристика сущности объектов и их свойств, всегда имело и имеет для людей большое практическое значение. Поэтому вопросы оценки качества всего, с чем имеет дело человек, были и остаются среди важнейших.

Первые известные случаи оценки качества продукции относятся к 15 веку до н.э. Тогда гончары острова Крит маркировали свои изделия специальным знаком, свидетельствующим об изготовителях и о высоком

качестве их продукции. Это была оценка качества по так называемой «шкале наименований», или по «адресной шкале». Фирменные знаки, а также другие знаки качества и сейчас служат ориентиром, оценочным признаком качества продукции. Позднее, как разновидность экспертного метода оценки качества продукции, использовался способ, основанный на обобщенном опыте потребителей,- способ «коллективной мудрости». Древнейшим примером экспертной оценки качества является дегустация вин. Всевозрастающая необходимость определения соответствия продуктов труда нуждам потребителей привела к возникновению специальной научной дисциплины – товароведение. Это было обусловлено появлением на рынке продаж большого количества разнообразных товаров, требующих классификации, а также оценки их качества и стоимости. Первая кафедра товароведения была организована в 1549 г. в Италии при Падуанском университете.

Развитие международной торговли требовало классификации продукции по качественным категориям, а для этого надо было измерять не только отдельные свойства продукции, но количественно оценивать ее качества по совокупности всех основных потребительских свойств. В связи с этим в Европе и США в конце 19-начале 20 в. стали широко использовать методы оценки качества продукции с помощью баллов.

Впервые в России обосновал и применил аналитический метод оценки качества продукции известный кораблестроитель, академик А.М. Крылов. Он с помощью соответствующих коэффициентов, учитывающих степень выраженности каждого свойства корабля и неравнозначности их, оценивал качество предлагаемых проектов строительства кораблей. Сведение этих коэффициентов в единую систему позволяло количественно оценить качество рассматриваемых проектов.

В 20-30 года 20-го столетия в СССР и в других странах методы количественной оценки качества товаров успешно развивались и использовались на практике. Так, например, в 1922 г. П. Бриджмен предложил способ сведения к одному показателю нескольких количественных оценок различных параметров, характеризующих качество. В 1928 г. эту же проблему решил М. Аранович. В то же время П. Флоренским были предложены новые способы обработки данных при количественной оценке качества продукции.

Квалиметрия как самостоятельная наука об оценивании качества любых объектов сформировалась в конце 60-х годов 20 века. Ее появление было обусловлено насущной необходимостью более эффективного и научного обоснования управления качеством производимой продукции.

В первой половине прошлого века в экономически развитых странах Запада появились различные эмпирические и в основном статистические и экспертные способы численной оценки качества различной продукции.

Аналогичные способы и приемы оценок качества использовались и в СССР.

Однако для решения многих практических проблем нужны были единые методики, позволяющие более достоверно и точно определять уровни качеств и на этой основе принимать адекватные управленческие, инженерно-технологические и иные решения в отношении качества продукции.

Кроме того, решение различных специальных проблем техники, например надежности, технологичности, безопасности, эстетичности и др., подводило ученых к осознанию необходимости проведения объединенных, комплексных оценок качества по всем важнейшим параметрам свойств технических систем: машин, оборудования, приборов и т.д. с другой стороны, требовались методики количественных оценок различных объектов. Все это привело к тому, тогда группа советских ученых в составе военного инженера-строителя Г.Г. Азгальдова, инженеров-машиностроителей З.Н. Крапивенского, Ю.П. Кураченко и Д.М. Шпекторова, экономистов в области авиастроения А.В. Гличева и В.П. Панова, а также архитектора М.В. Федорова, убедившись в методической общности существующих разнообразных способов количественных оценок разных объектов, решила осуществить теоретическое обобщение этих способов путем разработки самостоятельной научной дисциплины под названием «квалиметрия».

Это по существу историческое для науки решение было принято в ноябре 1967 г. на неофициальной встрече группы энтузиастов в московском ресторане «Будапешт». Уже в январском номере 1968 г. журнал «Стандарты и качество» была опубликована статья с изложением коллективной позиции «группы», где квалиметрия была представлена как наука, в рамках которой изучается проблематика измерений качеств и разрабатываются методология и методы количественной оценки качества объектов любой природы: материальных и нематериальных, одушевленных и неодушевленных, предметов и процессов, продуктов труда и природы и т.д. В статье доказывалась принципиальная возможность выражать качество объекта одним количественным показателем, несмотря на множественность его различных свойств и признаков.

В 1971 г. нашей стране издана первая «Методика оценки уровня качества промышленной продукции». В том году на 15-й Международной конференции европейской организации по контролю качества (ЕОКК) одна из пяти секций была посвящена вопросам квалиметрии. С основными докладами выступали наши авторы. В 1972г. была проведена в Таллинне первая всесоюзная научная конференция по квалиметрии.

1979 г. – Госстандарт СССР издает Руководящий документ РД 50-149-79 под названием «Методические указания по оценке технического уровня и качества промышленной продукции».

Начиная с 1979 г. термин «квалиметрия» является стандартизованным в ГОСТ 15467-79 «Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения». ЕОКК на своих международных с 1971 г. регулярно обсуждает вопросы квалиметрии.

Квалиметрия, зародившаяся и активно развивающаяся в нашей стране, теперь признается и осваивается специалистами зарубежных стран. Так, например, известно, что в США в октябре 1997 г. состоялся международный семинар по обучению менеджеров использованию методологии и способов квалиметрии. При этом преподавались в основном российские наработки по теории квалиметрии, начиная с проведения оценок качества.

Итак, к настоящему времени квалиметрия представляет собой относительно новую, но вполне сформировавшуюся науку и учебную дисциплину, знания, которых необходимы практическим работникам, занимающимся оценкой и последующим управлением качеством различных объектов.

Большой вклад в теорию квалиметрии и практику ее использования внесли наши соотечественники, в частности: Ю.П. Адлер, Г.Г. Азгальдов, В.Г. Белик, Г.Н. Бобровников, А.В. Гличев, В.В. Кочетов, Г.Н. Солод, А.В. Субето, А.Г. Суслов, М.В. Федоров, И.Ф. Шишкин и многие другие ученые и специалисты.

1.2. Объект, предмет и структура квалиметрии

Квалиметрия – это наука об измерении и количественной оценке качества всевозможных предметов и процессов, т.е. объектов реального мира. Квалиметрия является частью качествоведения – комплексной науки о качестве, состоящей из квалинтологии, т.е. общей теории качества, квалиметрии и учений об управлении качеством, в котором рассматриваются организационные, экономические и иные методы и средства влияния на качество объектов с целью повышения их способности удовлетворять существующие и будущие потребности людей.

Качество, в широком смысле этого понятия, – объективная и наиболее обобщенная характеристика любого объекта.

Качество объекта потребления – это совокупная характеристика его свойств, с помощью которых могут быть удовлетворены и обычно удовлетворяются соответствующие потребности людей. Такое представление о качестве носит прикладной характер и поэтому является более узким и специфичным. Существуют и ограниченные представления о качестве,

когда оно оценивается не по всем, а по одному или по нескольким важнейшим для людей характеристикам объекта. Следует отметить, что понятие о качестве объекта потребления включены как объективные свойства, так и субъективные оценки полезности объекта, предназначенного для потребления или уже потребляемого людьми.

Объектом квалиметрии может быть все, что представляет собой нечто цельное, что может быть вычленено для изучения, исследовано и познано. Предметом квалиметрии является оценка качества в количественном его выражении.

Квалиметрия выступает взаимосвязанной системой теорий различной степени общности. К числу теорий можно отнести:

– общую квалиметрию, рассматривающую систему понятий, теорию измерений и оценивания, теорию статистических шкал;

– специальные квалиметрии (методы и модели оценок), к ним относятся:

а) экспертная квалиметрия, где оценки даются экспертами или автоматизированными экспертными системами;

б) вероятностно-статистическая квалиметрия, использующая методы теории вероятностей и математической статистики, оценивая однородность генеральной совокупности и выборки, совпадение законов распределения, эргодичность, марковость и тому подобное;

в) индексная квалиметрия, использующая меры качества, полученные при нормировке на базе индексации (сравнения);

г) таксономическая квалиметрия (или квалиметрическая таксономия), основывающаяся на классах качества (квалитаксонах) объекта, при этом рассматриваются вид, сорт и т.п. объекта и такие же характеристики классифицирующей системы;

– предметную квалиметрию (по предмету оценивания) – продукции, труда, проектов, процессов.

В свете сказанного можно сужать область применения квалиметрии до оценивания показателей отдельных свойств или расширять до количественно неизмеримых объектов, пытаясь дать комплексную оценку.

В настоящее время уже появились такие названия, как социологическая квалиметрия, географическая квалиметрия и так далее.

1.3. Квалиметрия как наука и ее роль в управлении качеством

У квалиметрии как науки имеются статусы: экономический, технический, технико-экономический, общенаучный, системный.

Экономический статус определяется экономическим содержанием качества и его взаимодействием с потребительной стоимостью. С этих позиций квалиметрия предусматривает использование методов эконометрии

для измерения и дальнейшей оценки экономических свойств различных объектов.

Технический статус обусловлен взаимосвязью технического аспекта качества с количественными и качественными изменениями конкретных технических свойств измеряемых объектов.

Технико-экономический статус определяется направленностью квалиметрии на обобщенное комплексное измерение качества оцениваемых объектов. Следует осуществлять оценку как технических, так и экономических свойств.

Общенаучный статус отражает взаимосвязь философского аспекта категории качества со всеми другими, что обуславливает необходимость и возможность формирования и использования наряду с общей теорией и специальными видами квалиметрии предметной квалиметрии.

Системный статус квалиметрии подразумевает использование системного подхода при формировании и обеспечении качества.

Наряду с указанными статусами квалиметрия может обладать социологическим и правовым статусами. Очевидно, что перечисленные статусы определяют квалиметрию как науку, имеющую в целом междисциплинарный статус.

Важнейшим вопросом квалиметрии является объективное установление уровня качества. Применительно к продукции уровень качества представляет собой относительную характеристику качества продукции, основанную на сравнении совокупности показателей ее качества с соответствующей совокупностью базовых показателей.

Роль квалиметрии в управлении качеством

Интенсивное развитие квалиметрии в последние годы связано с массовостью задач по оценке качества, постоянно возникающих в практике управления. Среди них наиболее важны следующие:

- прогнозирование потребностей, технического уровня и качества;
- разработка методов определения численных значений показателей качества (ПК);
- разработка принципов и методов оценки качества;
- выбор оптимального варианта продукции для ее разработки и постановки на производство;
- определение оптимальных ПК, их нормирование, разработка ТУ и стандартов на новую продукцию;
- расчет и принятие конкурентоспособной цены продукции;
- установление рынков сбыта и целесообразности выхода на рынок;
- планирование разработки и освоения новых видов продукции;
- определение наиболее рациональных путей повышения и обеспечения качества;
- оценка качества труда исполнителей, подразделений и т.п.;

- определение коммерческой перспективности, обоснование модернизации и/или снятия с производства продукции;
 - планирование повышения качества изготовления продукции;
 - планирование технического уровня и качества;
 - проведение контроля и испытаний;
 - установление целесообразности капитального ремонта и определение качества его проведения;
 - аттестация производства;
 - выбор продукции при ее приобретении (например, при закупке оборудования, станков, приборов, материалов);
 - определение и создание оптимальных условий хранения, транспортирования и восстановления продукции;
 - подведение итогов деятельности предприятия и его подразделений.
- Очевидно, что перечисленные задачи далеко не исчерпывают сей проблематики и роли квалиметрии в управлении качеством.

Контрольные вопросы

1. Основополагающие принципы философии качества.
2. Интеллектуальный потенциал как основной ресурс формирования концепции всеобщего управления качеством в деятельности организации.
3. Треугольник Джойнера.
4. Цепная реакция Деминга. Обоснование необходимости повышения качества продукции.
5. Современные модели управления предприятием и принципы менеджмента качества.
6. Менеджмент качества: анализ основных определений. Менеджмент, направленный на достижение поставленных целей (МВО), и менеджмент, направленный на постоянное улучшение качества (МВQ).
7. 14 принципов Э. Деминга.
8. Пять «смертельных» болезней промышленности.
9. 13 препятствий, мешающих достижению цели.
10. Индивидуальная форма организации работ по качеству. Преимущества и недостатки.
11. Разделение функций и ответственности за качество при цеховой форме развития промышленности.
12. Индустриальный этап развития форм организации работ по качеству.
13. Системная организация работ по качеству.
14. Отечественный опыт системной организации работ по качеству.
15. TQM и реинжиниринг бизнес-процессов.
16. В чем заключается суть измерения качества продукции в квалиметрии?
17. Назовите основные принципы квалиметрии.

2. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ (УСЛУГ)

2.1. Основные принципы квалиметрии

Для правильной классификации и анализа способов количественной оценки качества продукции (услуг), необходимо знание принципов, которые лежат в основе квалиметрического подхода к изучению качества.

Рассмотрим последовательно принципы квалиметрии, предложенные Г. Г. Азгальдовым и Э. П. Райхманом.

1. В квалиметрии качество рассматривается как некоторая совокупность свойств, причем таких свойств, которые представляют интерес для потребителя данного продукта труда. Для удобства можно принять, что качество, как некоторое наиболее обобщенное, комплексное свойство продукции, рассматривается на самом низком, нулевом уровне иерархической совокупности свойств, а составляющие его менее обобщенные свойства – на более высоком, первом уровне иерархии.

В свою очередь, каждое из этих свойств также может состоять из некоторого числа еще менее общих свойств. Последние также могут быть разложены на менее общие свойства следующего по высоте третьего уровня и т.д.

При построении строя иерархической структуры свойств, желательно подняться до такого высокого n -го уровня рассмотрения, на котором находятся не разлагаемые на какие-либо другие наименее общие, так называемые простые свойства. Нужно отметить, что простые свойства являются таковыми только в данный момент времени, при данном уровне знаний. С прогрессом науки свойства качества, считавшиеся ранее простыми, становятся разложимыми на другие, еще менее общие свойства и, таким образом, переходят из разряда простых – в разряд сложных.

В большинстве случаев простые свойства могут подвергаться различным физическим измерениям.

Таким образом, *первый принцип квалиметрии* может быть сформулирован следующим образом:

Свойство i -го уровня определяется соответствующими свойствами $(i+1)$ -го уровня ($i=0,1,2$ и , n).

2. Отдельные свойства, составляющие иерархическую структуру качества, путем измерений или вычислений могут получать численные характеристики P_{ij} – абсолютные показатели этих свойств (j -число свойств, лежащих на i -м уровне; $j=1,2,\dots,n$).

Однако абсолютные показатели ничего не говорят о свойстве с точки зрения «много – мало», «хорошо – плохо», «достаточно – недостаточно» и т.д. То есть, абсолютные показатели сами по себе еще не дают возможности оценить свойство, определить его уровень.

Необходимо отметить, что оценка, т.е. уровень, дает наиболее законченную и важную информацию о свойстве вообще и качестве – в частности. Поэтому чаще всего конечным результатом квалиметрических расчетов является не абсолютный показатель P_{ij} , а относительный – оценка K_{ij} .

Оценка K_{ij} представляет собой функцию отношения двух абсолютных показателей: измеряемого P_{ij} и принятого за базовый $P_{ij}^{\text{баз}}$.

Но, если величина P_{ij} является постоянной характеристикой, то величина $P_{ij}^{\text{баз}}$ зависит не только от самого свойства, но и от выбранной для сравнения базы (эталоны) при постоянном значении P_{ij} могут быть различные значения $P_{ij}^{\text{баз}}$.

Второй принцип квалиметрии может быть сформулирован следующим образом:

Измерение отдельных свойств или самого качества в целом в конечном итоге должно завершаться вычислением относительного показателя (оценки) качества K .

Из второго принципа следует, что нельзя оценивать качество какого-то объекта, предварительно не уточнив, какие к нему предъявляются требования.

Таким образом, можно считать, что всякая оценка качества какого-либо объекта зависит от того, для какой цели и для каких условий применения делается эта оценка. Поэтому один и тот же объект может иметь несколько различных оценок качества.

3. Нужно отметить, что вся совокупность потребностей в продуктах труда может быть разбита на две основные группы:

1 – потребности каждого потребителя в отдельности (эти потребности специфичны для каждого человека и хотя бы немного, но отличаются у разных индивидуумов);

2 – усредненные потребности какой-то более или менее значительной группы потребителей, часто – потребности большинства членов общества.

Все это означает, что качество любого продукта труда может оцениваться двояко. Во-первых, с точки зрения каждого отдельного индивидуума – это практически означает, что для каждого продукта имеется почти бесчисленное количество различных оценок (относительных показателей) качества.

Во-вторых, качество может оцениваться с точки зрения общественной потребности.

В этом случае оценки качества будут относиться к общественной потребительской стоимости и, как таковые, будут иметь большое теоретическое и практическое значение.

Третий принцип квалиметрии можно сформулировать в таком виде:

Оценка (относительный показатель, уровень) качества K определяется в квалиметрии с точки зрения не индивидуальной потребности какого-то человека, а сточки зрения общественной потребности, в роли которой часто фигурирует средняя потребность большинства членов общества.

4. Измерение абсолютных показателей простых свойств (свойств, находящихся на самом высоком, n -м уровне рассмотрения) характеризуется двумя особенностями:

– каждое простое свойство имеет свою, отличающуюся от других свойств, размерность;

– значение абсолютного показателя простого свойства P_{mj} не зависит от времени измерения, если не считать различий в точности измерения.

В соответствии с первым принципом квалиметрии, свойства любого уровня – от нулевого до $(n-1)$ -го в конечном итоге определяются свойствами n -го. Это означает, что и показатели любого свойства, в том числе и показатель качества в целом, зависят от абсолютных показателей простых свойств P_{mj} . Таким образом, чтобы вычислить показатель качества, нужно свести воедино показатели простых свойств P_{mj} .

Но такое непосредственное сведение вместе показателей невозможно, так как все они имеют разную размерность. Поэтому, чтобы от абсолютных показателей свойств n -го уровня P_{mj} перейти к показателям всех остальных свойств, вплоть до нулевого уровня, т.е. до показателя качества в целом, необходимо с помощью специальных приемов, на единой методологической основе, перевести все простые свойства из шкал с разными размерностями в шкалу, имеющую единую размерность, в частном случае – в безразмерную шкалу.

Четвертый принцип квалиметрии может быть сформулирован следующим образом:

Различные шкалы измерения абсолютных показателей свойств качества P_{ij} обязательно должны быть трансформированы в одну общую шкалу.

5. В квалиметрии считается, что любое свойство качества, находящиеся на любом уровне рассмотрения, может быть определено двумя числовыми параметрами: весомостью M и оценкой K .

Весомость определяет важность данного свойства среди других свойств, составляющих качество продукции.

Пятый принцип квалиметрии формулируется следующим образом:

Каждое свойство качества определяется двумя числовыми параметрами – относительным показателем качества K и весомостью M .

6. Во многих методиках принимается, что весомость всех свойств, находящихся на одном и том же i -м уровне рассмотрения, подчиняется зависимости

$$\sum_{j=1}^n M_{ij} = 1, \quad (2.1)$$

где n – число свойств качества на i -м уровне рассмотрения.

Таким образом, весомость любого свойства заключена в интервале $0 \leq M_{ij} \leq 1$.

В некоторых методиках весомость принимает значения больше единицы. Например, $\sum_{j=1}^n M_{ij} = 10$, $\sum_{j=1}^n M_{ij} = 100$, $\sum_{j=1}^n M_{ij} = 18$.

Но все эти методики подчиняются одному правилу: весомости всех свойств, находящихся на одном уровне, связаны друг с другом так, что сумма весомостей всегда остается постоянным, заранее заданным числом. Иначе говоря, увеличение весомости одного свойства может происходить лишь за счет уменьшения весомости каких-то других свойств этого же уровня рассмотрения.

Отсюда вытекает шестой принцип квалиметрии:

Сумма весомостей свойств одного уровня есть величина постоянная:

$$\sum_{j=1}^n M_{ij} = \text{const}. \quad (2.2)$$

7. Как уже отмечалось, любое свойство качества – включая и само качество, как самое обобщенное свойство – может быть разложено на некоторое число составляющих его, менее общих свойств, находящихся на следующем по порядку уровне рассмотрения. Весомость M_{ij} и оценка K_{ij} каждого из этих составляющих свойств определяются требованиями, которые предъявляются к нему со стороны нижележащего, связанного с ним, более общего свойства.

Таким образом, *седьмой принцип квалиметрии:*

Весомость и оценка свойств i -го уровня определяется требованиями со стороны связанного с ними свойства $(i-1)$ -го уровня.

Например, для производства цемента используется минеральное сырьемергель. Это означает, что качество сырья, а, следовательно, весомости и оценки его свойств, определяются с точки зрения качества производимого из него цемента, т.е. свойств этого цемента.

В свою очередь, цемент является основным сырьем для изготовления бетонных и железобетонных изделий и конструкций, в связи с чем

качество цемента оценивается с точки зрения качества получаемого бетона.

Предположим, что бетон используется для изготовления железобетонных конструкций – например, панелей междуэтажного перекрытия. Тогда его качество оценивается с точки зрения качества железобетонного изделия.

Панели перекрытия используются, наряду с другими конструкциями, в процессе создания какого-то конструктивного элемента, например, жилой комнаты. Следовательно, и оценка их качества должна осуществляться с точки зрения качества всей получаемой конструкции.

В конечном итоге эта конструкция потребляется в процессе создания потребительской стоимости жилой квартиры, а оценка качества конструкции определяется с точки зрения показателя качества квартиры.

Завершением всего процесса является потребление квартиры и оценка качества квартиры с точки зрения интересов конечного потребителя.

Таким образом, изложенные принципы можно рассматривать как принципиальную основу количественной оценки качества.

2.2. Измерительные шкалы

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

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

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.

На основе шкалы порядка можно осуществить некоторые логические операции. Например, если известно, что $Q_1 > Q_2$, а $Q_2 > Q_3$ то следовательно и $Q_1 > Q_3$ или $Q_2 > Q_3$, то $Q_1 + Q_2 > Q_3$. Эта возможность логических операций

по шкале порядка называется свойством *транзитивности*. Но на шкале порядка не могут быть выполнены какие-либо арифметические действия с неизвестными по сути дела размерами, даже если они выражены в количестве баллов. Структурная схема измерений по шкале порядка приведена на рис. 2.1.

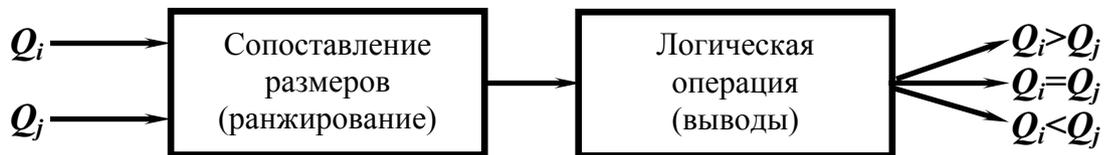


Рис. 2.1. Структурная схема оценок по шкале порядка.

Шкала интервалов позволяет не только проранжировать объекты, но и в установленных единицах измерения определить, на сколько один объект по данному признаку больше (или меньше другого).

На шкале интервалов значения (величины) самих измеряемых размеров остаются неизвестными, так как на ней откладываются только разницы между сопоставляемыми размерами. Но по данным шкалы интервалов можно определить не только то, что один размер больше или меньше другого, но и оценить, на сколько один размер отличается от другого. На этой шкале можно осуществлять арифметические действия с интервалами: складывать и вычитать их величины.

Построение шкалы интервалов для размеров, образующих ранжированный ряд $Q_1 < Q_2 < Q_3 < Q_4 < Q_5$ показано на рис. 2.2.

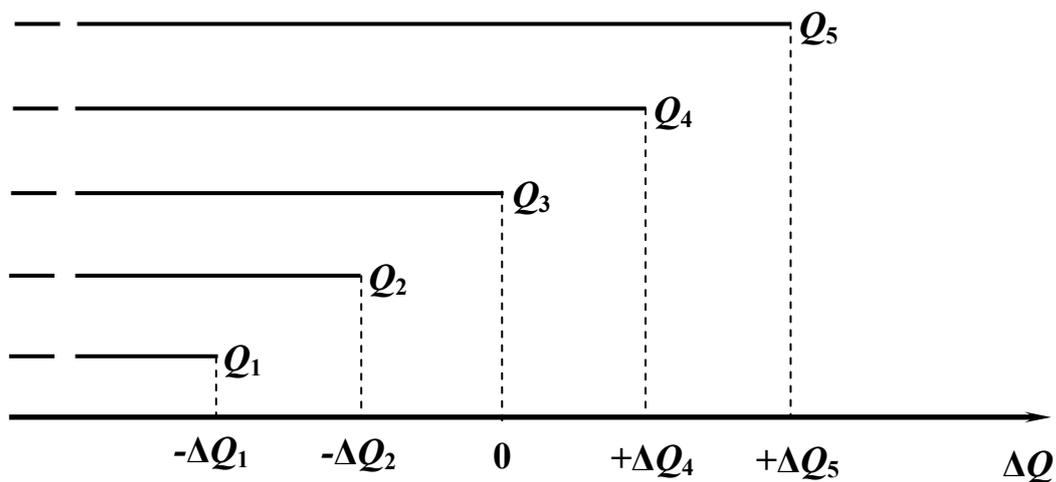


Рис. 2.2. Шкала интервалов для пяти размеров

Математической моделью сравнения между собой двух размеров одной служит выражение

$$Q_i - Q_j = \Delta Q_{ij}, \quad (2.3)$$

в котором при построении шкалы интервалов с размером Q_j сравниваются все другие размеры Q_i .

Начало отсчета (нулевое значение величины) на шкале интервалов выбирается произвольно. Деление шкалы на равные части, т.е. градация шкалы, тоже не регламентируется. Однако градация позволяет выразить результат измерения в числовой мере.

Градация есть установление масштаба на шкале интервалов. При наличии масштаба измерение по шкале интервалов осуществляется подсчетом числа градаций, имеющих в интервале ΔQ_{ij} . Следовательно, градация здесь служит единицей измерения.

При помощи шкалы отношений можно определить, во сколько раз один объект больше (или меньше) другого.

Шкала отношений – это измерительная шкала, на которой отсчитывается (определяется) численное значение измеряемой величины N как математическое отношение определенного размера Q_i к другому размеру Q_j , т.е.

$$N = \frac{Q_i}{Q_j}. \quad (2.4)$$

Размер Q_i выступает в качестве единицы измерения, так как число N показывает, сколько размеров Q_j укладывается в размере Q_i . При необходимости соблюдения единства (тождественности, одинаковости) измерений в качестве размера Q_j используют узаконенную единицу измерения $[Q]$.

В таком случае

$$N = \frac{Q_i}{[Q]}. \quad (2.5)$$

Формирование шкалы отношений по возрастанию или убыванию численных значений N или величины $Q=N(Q)$ есть построение шкалы отношений в цифровых пределах от нуля и возможно до бесконечности. В отличие от шкалы интервалов, шкала отношений не имеет отрицательных значений. Со значениями N или Q возможны все математические действия. Поэтому шкала отношений является наиболее совершенной и широко применяемой.

Измерение интервала по шкале отношений осуществляют по формуле (теоретической модели) вида:

$$\frac{Q_i - Q_j}{[Q]} = \frac{\Delta Q_1}{[Q]} = \Delta N(Q). \quad (2.6)$$

Шкала порядка (рангов) имеет то преимущество перед другими шкалами, что в ряде случаев ее использование связано с меньшей трудоемкостью проведения экспертного опроса. Вместе с тем эта шкала является более «грубой» по сравнению со шкалой интервалов или отношений, в связи с чем ее применение в задачах оценки качества, как правило, ограничено.

Из двух оставшихся шкал более предпочтительной является шкала отношений, так как точность получаемых с ее помощью оценок выше, чем в шкале интервалов, а сфера ее возможного применения шире.

2.3. Основы процедуры оценки качества продукции

Под **уровнем качества продукции** понимается относительная характеристика качества продукции основанная на сравнении значений показателей качества оцениваемой продукции с базовыми значениями соответствующих показателей.

Процесс измерения качества в квалиметрии состоит в следующем:

1. Для каждого вида продукции учитываются свои специфические уровни качества, зафиксированные в стандартах и действующих технических условиях. Качество характеризуется определенным технико-экономическим параметром – потребительским свойством.

2. Выбирается эталон качества.

3. Достигнутое качество сопоставляется с эталоном.

Качество может соответствовать эталону, быть ниже и выше эталона.

На рис. 2.3 приведена укрупненная схема основных этапов процедуры оценки уровня качества продукции.

В то же время нельзя рассматривать качество изолированно с позиций производителя и потребителя. Без обеспечения технико-эксплуатационных, эксплуатационных и других параметров качества, записанных в технических условиях, не может быть осуществлена сертификация продукции. Разнообразные физические свойства, важные для оценки качества, сконцентрированы в потребительской стоимости.

Важными свойствами оценки качества являются:

– технический уровень, который отражает материализацию в продукции научно-технических достижений;

– эстетический уровень, который характеризуется комплексом свойств, связанных с эстетическими ощущениями и взглядами;

– эксплуатационный уровень, связанный с технической стороной использования продукции;

– техническое качество, предполагающее гармоническую увязку ожидаемых и фактических потребительских свойств в эксплуатации изделия.

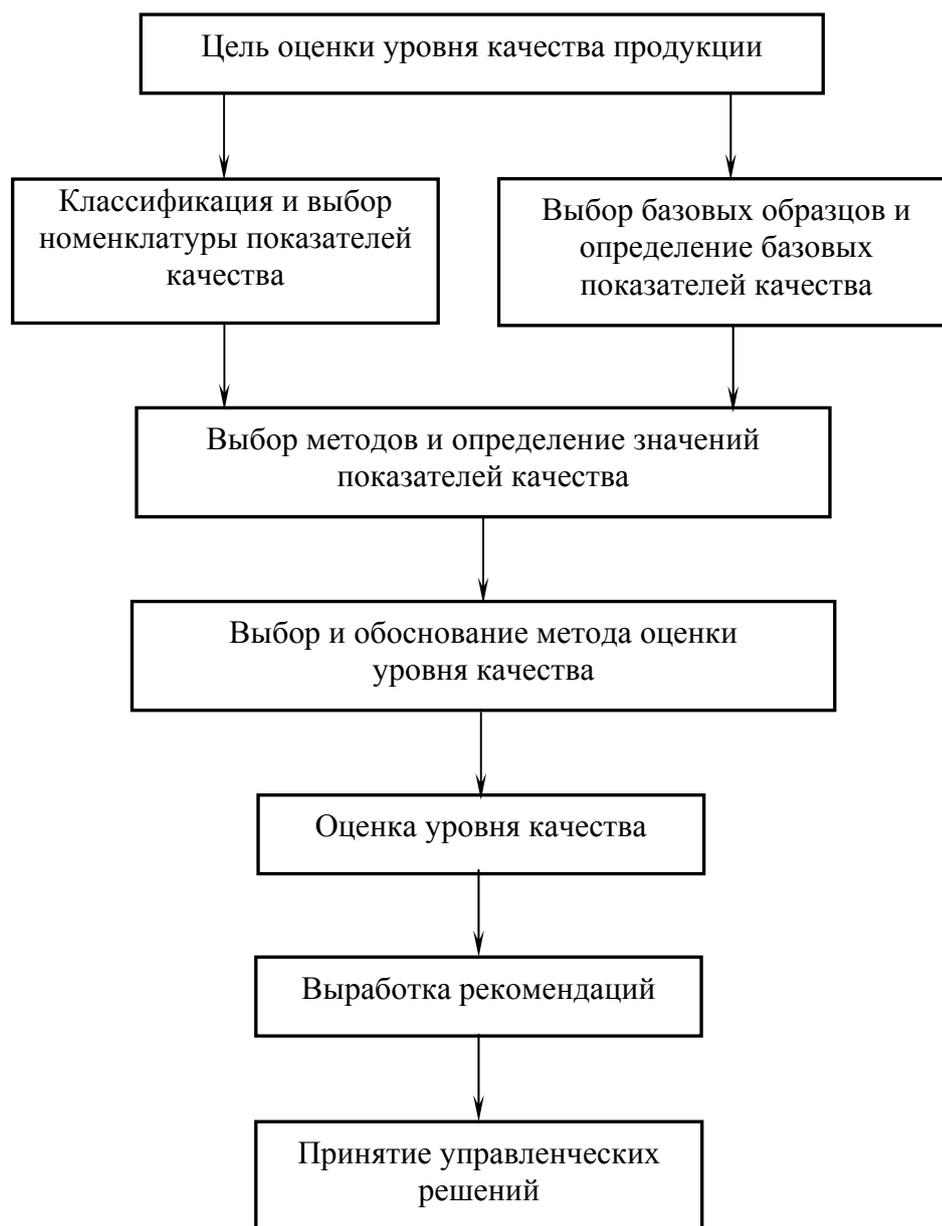


Рис. 2.3 Оценка уровня качества продукции

2.4. Система показателей качества продукции (услуг)

2.4.1. Основные показатели качества промышленной продукции

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

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.

Т а б л и ц а 2.1

Динамика понятий качества

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

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

Таблица 2.2

Номенклатура показателей качества продукции

Наименование критерия и основного вида показателя качества	Условное обозначение показателя качества	Основной показатель качества
1. Технический уровень		
1.1. Показатели назначения	H_3	Прочность, жесткость, трещиностойкость, огнестойкость, сейсмостойкость, морозостойкость, влагостойкость, стойкость к воздействию солнечной радиации, теплоизоляция, звукоизоляция, светопропускание
1.2. Показатели конструктивности	H_k	Геометрические размеры, форма, состав, структура
1.3. Показатели надежности (долговечность, сохраняемость)	H	Вероятность возникновения отказов (в том числе разрушений, потери свойств), стойкость к коррозии, срок службы, время и условия хранения
1.4. Показатели ремонтпригодности (восстанавливаемости)	P_n	Продолжительность, трудоемкость и стоимость восстановления при отказах
1.5. Показатели технологичности	T_x	Трудоемкость изготовления, материалоемкость, энергоемкость, степень механизации и автоматизации
1.6. Показатели транспортабельности	T_p	Масса, габариты, материалоемкость и трудоемкость упаковки, возможность контейнеризации
1.7. Показатели совместимости	C_c	Взаимная увязка размеров, допусков, видов стыков; согласованность сроков службы
1.8. Эргономические показатели	$\mathcal{E}p$	Температурный режим; уровень токсичности, запыленности, вибрации; удобство пользования продукцией
1.9. Эстетические показатели	\mathcal{E}_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
2.2. Показатели соблюдения стандартов, ТУ, строительных норм и правил, проектов	C	Показатели соблюдения стандартов, ТУ, строительных норм и правил, проектной документации; процент брака, количество рекламаций
3. Экономическая эффективность		
3.1. Экономические показатели	\mathcal{E}_k	Удельные капитальные вложения, себестоимость, рентабельность, годовой экономический эффект, получаемый в народном хозяйстве
4. Конкурентоспособность на внешнем рынке		
4.1. Патентно-правовые показатели	P_n	Показатели патентной защиты и патентной чистоты, наличие экспорта продукции

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

Т а б л и ц а 2.3

Применяемость критериев качества в зависимости от вида решаемых задач

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

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

Показатели качества: назначения, конструктивности, надежности, технологичности, экономические; соблюдения стандартов, ТУ, строительных норм и правил, проектов должны 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
1	2	3	4	5	6
Показатели ремонтпригодности	–	±	±	+	+
Показатели транспортабельности	+	+	±	–	±
Показатели совместимости	–	±	±	–	+

Окончание табл. 2.4

1	2	3	4	5	6
Эргономические показатели	±	±	±	+	+
Эстетические показатели	±	±	+	±	+
Показатели однородности	+	+	+	+	–
Патентно-правовые показатели	±	±	±	±	±

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

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

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

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

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

Также к этой группе относятся *показатели конструктивности* характеризуют степень технического совершенства и прогрессивность материала, изделия или конструкции. Для строительных изделий показателями конструктивности служат геометрическая форма и размеры, нормируемые допуски. Применительно к материалам в качестве показателей конструк-

тивности используют характеристики состава и структуры. Например, для цемента используют характеристику по содержанию основных минералов клинкера; бетонные смеси характеризуют видом и соотношением исходных материалов и т. д.

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

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

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

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

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

Наработка до отказа – это продолжительность или объем работы объекта от начала его эксплуатации до возникновения первого отказа. Ее измеряют в единицах времени (при непрерывном режиме работы изделия) либо в циклах, когда изделие работает с интервалами. Нарработку до отказа используют для характеристики безотказности единичного изделия. Для оценки безотказности группы (партии) изделий следует применять показатели, отражающие изменение свойств продукции с учетом их статистической изменчивости. Такими показателями являются средняя наработка до отказа, гамма-процентная наработка до отказа и интенсивность отказов и др.

Средняя наработка до отказа отражает математическое ожидание наработки до первого отказа. Гамма-процентная наработка до отказа характеризует наработку, в течение которой отказ объекта не возникает с вероятностью y , выраженной в процентах. Для количественного выражения без-

отказности неремонтируемых изделий используют показатель интенсивности отказов. Интенсивность отказов представляет собой вероятность отказа невосстанавливаемого изделия в единицу времени. В простейшем случае интенсивность отказов обратно пропорциональна наработке на отказ.

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

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

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

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

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

Строительная практика показывает, что изделия могут утратить надежность не только в период эксплуатации, но и при хранении или транспортировке. Поэтому сохраняемость часто представляют в виде двух состав-

ляющих: одна из них проявляется в период хранения, а другая – во время применения объекта после хранения.

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

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

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

$$K_{сб} = N_{сб} / N, \quad (2.7)$$

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

N – общее число элементов.

Чем больше значение коэффициента сборности, тем выше технологичность продукции.

Коэффициент использования рациональных материалов определяют в тех случаях, когда в конструкции изделия целесообразно по технико-экономическим соображениям использовать те или иные эффективные материалы (алюминиевые сплавы, полимерные строительные материалы и т.д.). Коэффициент использования материала:

$$K_{им} = M_{эм} / M_{и}, \quad (2.8)$$

где $M_{и}$ – общая масса изделия;

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

Для легких эффективных материалов вследствие их малой плотности коэффициент использования будет иметь заниженное значение, поэтому для таких материалов в выражение надо вводить не массы, а объемы.

С повышением коэффициента использования рациональных материалов уровень качества продукции возрастает.

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

$$q_T = T/B. \quad (2.9)$$

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

$$q_M = M/B. \quad (2.10)$$

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

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

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

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

Гигиенические показатели характеризуют соответствие изделия санитарно-гигиеническим нормам и рекомендациям. Эти показатели используются для оценки соответствия изделия гигиеническим условиям жизнедеятельности и работоспособности человека при взаимодействии его с изделием. В группу гигиенических показателей входят освещенность, температурный режим, влажность и давление, напряженность магнитного и электрического поля, уровни запыленности, излучения, токсичности, шума и вибрации, перегрузки (ускорений).

Влияние гигиенических показателей определяют путем измерения и оценки интенсивности отдельных факторов и сравнения полученных данных с нормативными. Например, при оценке уровня вибрации необходимо сопоставлять существующий уровень вибрации технологического

оборудования (виброплощадок, глубинных, поверхностных и навесных вибраторов) с предельно допустимым по нормам. Степень вредности вибрации оценивается по предельным значениям виброскорости и амплитуды колебаний в зависимости от частоты.

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

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

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

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

Показатели стандартизации и унификации. Сюда относят показатели, характеризующие степень насыщенности изделия стандартизованными и унифицированными деталями. При разработке новых изделий необходимо стремиться не только к сокращению количества оригинальных составных частей, но и к уменьшению числа стандартизованных и унифицированных деталей, так как при прочих равных условиях качество изделия тем выше, чем меньше оно содержит составных частей. Для единообразия в подсчетах показателей стандартизации и унификации составные части изделия принято разделять на стандартизованные, унифицированные

и оригинальные. Стандартизованными считаются части изделия, выпускаемые по государственным, республиканским или отраслевым стандартам. К унифицированным относятся части изделия, выпускаемые по стандартам предприятия, а также получаемые им в готовом виде как комплектующие составные части (из находящихся в серийном производстве). Оригинальными называются составные части, разработанные специально для данного изделия.

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

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

$$K_{\text{пр}} = \frac{N_{\text{об}} - N_0}{N_{\text{об}}} 100, \quad (2.11)$$

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

$$N_{\text{об}} = N_{\text{ст}} + N_y + N_0;$$

здесь $N_{\text{ст}}$, N_y и N_0 – число типоразмеров стандартизованных, унифицированных и оригинальных составных частей.

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

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

$$K_{\text{п}} = N_{\text{об.шт}} / N_{\text{об}}, \quad (2.12)$$

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

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

Экономические показатели отражают затраты на разработку, изготовление и эксплуатацию продукции, а также экономическую эффективность эксплуатации. С помощью экономических показателей оценивают ремонтпригодность продукции, ее технологичность, уровень стандартизации и

унификации, патентную чистоту. Экономические показатели учитывают также при составлении интегральных показателей качества продукции.

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

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

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

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

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

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

Показатели совершенства изготовления элементов формы и поверхностей характеризуются:

- чистотой выполнения поверхностей контуров (показатель чистоты контуров);
- тщательностью нанесения покрытий и отделки поверхностей (показатель тщательности покрытий и отделки);
- четкостью изображения фирменных знаков, указателей, надписей, рисунков, символов, информационных материалов и т.п. (показатель четкости исполнения знаков и сопроводительной документации).

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

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

$$\lambda = \sum_{i=1}^n m_i K_i, \quad (2.13)$$

где K_i – оценка единичного i -го показателя эстетичности в баллах;
 m_i – коэффициент весомости i -го показателя,
 n – число учитываемых единичных эстетических показателей.

Пример

Пусть на основе выполненного анализа продукции эксперты определили оценки и коэффициенты весомости единичных показателей эстетичности. Требуется найти обобщенный показатель эстетичности изделия. Исходные данные и результаты расчетов приведены в табл. 2.5.

Т а б л и ц а 2.5

Исходные данные для расчета

№ п/п	Единичный показатель	Оценка	Коэффициент весомости m_i	$m_i \times K_i$
1	Оригинальность	1,0	0,05	0,05
3	Стилевое соответствие	0,8	0,02	0,016
4	Соответствие моде	0,5	0,03	0,015
5	Функционально-конструктивная обусловленность	1,0	0,25	0,25
6	Эргономическая обусловленность	0,5	0,18	0,09
7	Декоративность	1,0	0,04	0,04
8	Чистота выполнения контуров	0,9	0,10	0,09
9	Тщательность покрытия и отделки	1,0	0,12	0,12
10	Четкость исполнения фирменных знаков и сопроводительной документации	0,7	0,08	0,056
11	Устойчивость к повреждениям	0,8	0,13	0,104

Найдем показатель эстетичности по формуле (2.13)

$$\lambda = \sum_{i=1}^n m_i K_i = 0,831.$$

Полученный результат свидетельствует о том, что эстетический уровень качества оцениваемого изделия не отвечает современным требованиям.

Патентно-правовые показатели. Патентно-правовые показатели – это в первую очередь показатели патентной защиты и патентной чистоты. Для расчета значений патентно-правовых показателей в зависимости от слож-

ности изделия все его составные части делятся на группы с учетом их весомости.

Используют два показателя патентной защиты изделия: патентная защита в стране и за рубежом.

Показатель патентной защиты изделия внутри страны рассчитывается так:

$$P'_{п.з} = \frac{\sum_{i=1}^S m_i N_i}{N}, \quad (2.14)$$

где S – количество групп значимости;

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

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

N – общее количество составных частей изделия.

Показатель патентной защиты отечественного изделия патентами за рубежом определяется по формуле

$$P''_{п.з} = \frac{\delta(\sum_{i=1}^S m'_i N'_i)}{N}, \quad (2.15)$$

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

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

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

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

$$P_{п.з} = P'_{п.з} + P''_{п.з}. \quad (2.16)$$

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

$$P_{п.ч} = \frac{N - \sum_{i=1}^S m_i N_i}{N}, \quad (2.17)$$

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

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

$$P_{п.з} = \frac{\sum_{j=1}^n m_j + \sum_{i=0}^S m_i N_i}{N_{об}}, \quad (2.18)$$

где m_j – индивидуальный коэффициент весомости особо важных составных частей;

n – количество особо важных составных частей в изделии;

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

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

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

S – число групп значимости.

Более точно показатель патентной чистоты определяют по следующей формуле:

$$P_{п.ч} = \sum_{j=1}^n m_j + \sum_{i=1}^S m_i [(N_{об} - N_{ин.п.ч})] : N_{об}, \quad (2.19)$$

где m_j – коэффициент весомости особо важных составных частей изделия;

m_i – коэффициент весомости для частей основной и вспомогательной групп;

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

$N_{о.в}$ – общее количество учитываемых составных частей изделий в i -ой группе;

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

S – число групп значимости.

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

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

Экологические показатели техники можно разделить на три основные группы:

показатели, связанные с использованием материальных ресурсов природы,

показатели, связанные с использованием природных энергетических ресурсов;

показатели, связанные с загрязнением окружающей среды.

К *первой* группе показателей можно отнести: ресурсоемкость изготовления продукции, показатели потребления невозполнимых материальных ресурсов при эксплуатации, при ремонтах и утилизации продукции после ее физического износа.

Ко *второй* группе можно отнести показатели расходования природных энергоносителей на всех стадиях и этапах жизненного цикла изделий.

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

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

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1, \quad (2.20)$$

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

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

Промышленное изделие, эксплуатация которого приводит к нарушению установленных экологических требований и норм по охране природы,

не может быть отнесено к продукции, превосходящей мировой уровень или соответствующей ему, независимо от того, соответствуют ли другие показатели качества такой оценке.

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

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

В качестве показателей безопасности могут быть приняты:

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

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

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

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

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

$$X_{факт} = X_{ст} T, \quad (2.21)$$

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

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

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

В ряде случаев степень безопасности технических изделий оценивают по коэффициентам безопасности K_6 .

Коэффициент безопасности K_6 определяется отношением количества показателей (требований) безопасности N_6 соответствующих нормативно-технической документации по безопасности труда с оцениваемым изделием, к общему количеству номенклатуры показателей безопасности N_0 относящихся к данному изделию:

$$K_6 = \frac{N_6}{N_0}. \quad (2.22)$$

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

Что уровень безопасности Y_6 изделия количественно оценивается как отношение коэффициентов безопасности оцениваемого и базового образцов:

$$Y_6 = \frac{K_{6.оц}}{K_{6.баз}}. \quad (2.23)$$

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

2.4.2. 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. 2.4).

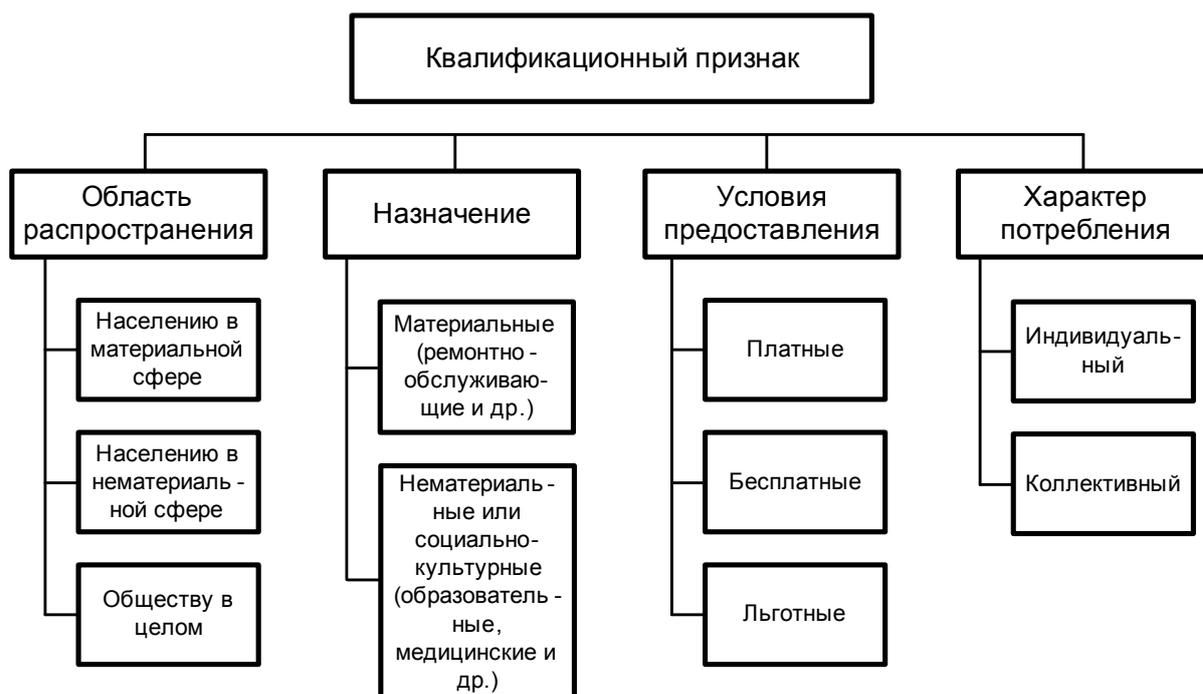


Рис. 2.4. Классификация видов услуг в строительстве

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.

2.5. Определение значений коэффициентов весомости свойств

2.5.1. 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:

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. определяют весомость M_j по формуле

$$M_j = \frac{S_j}{\sum_{j=1}^n S_j}. \quad (2.24)$$

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. 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:

$$M_j = \frac{q_j}{q_j^{\text{эт}}}, \quad (2.25)$$

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

Несколько иначе предлагает определять весомость Г.Я. Рубин:

$$M_j = \alpha_j + \beta_j, \quad (2.26)$$

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:

$$\begin{cases} P_j \neq P_j^{\text{эт}}, \\ \text{при } P_{j'} = P_{j'}^{\text{эт}}, \end{cases} \quad (2.27)$$

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

$$M_j = F\left[f\left(\frac{P_j}{P_j^{\text{эт}}}\right)\right]. \quad (2.28)$$

Приближенное значение M_j вычисляется как среднее арифметическое при обработке достаточно большого количества проектов, когда субъективные факторы, характерные для каждого проектировщика, нейтрали-

зуются и средняя весомоть j -го свойства \overline{M}_j , полученная при статистической обработке проектов, достаточно достоверно отражает искомую весомоть M_j .

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

Исходя из этого принципа, весомоть M_j вычисляют по формуле

$$M_j \cong \overline{M}_j = \frac{\sum_{i=1}^r \frac{K_{ji}}{\sum_{j=1}^n K_{ji}}}{r}, \quad (2.29)$$

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

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

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

Недостатком метода является сравнительно большая трудоемкость расчетов.

Смешанный способ.

Суть смешанного способа заключается в использовании некоторой комбинации весомотей, 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 весомоти отдельных функциональных свойств квартиры $m_j^{\text{эк}}$. Затем для тех же самых свойств были определены весомоти $m_j^{\text{ст}}$ на основе стоимостного принципа. Итоговая общая весомоть M_j определялась или как линейная комбинация этих двух величин:

$$M_j = \frac{m_j^{\text{эк}} + \beta m_j^{\text{ст}}}{1 + \beta}, \quad (2.30)$$

где β – коэффициент весомоти, определяемый экспертным способом.

Экспертный способ.

Этот способ основан на усреднении оценок весомостей, даваемых группой экспертов. 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.

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

2.5.2.1. Общие сведения

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

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

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

Известны два подхода к использованию экспертов: индивидуальные оценки и групповые.

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

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

Проведение экспертных опросов сопряжено с решением ряда сложностей и проблем, к которым следует отнести:

- 1) достижение конечной цели возможно при проведении комплекса мероприятий, которые требуют разнообразных методов работы с экспертами;

2) процесс получения конечной информации требует разделения функций, выполняемых экспертами;

3) эксперты, которые участвуют в работе, должны представлять предметную область, т.е. их необходимо подбирать в соответствии с особенностями постановки задачи;

4) качественный состав экспертов во многом определяет достоверность конечного результата, поэтому требуется использовать методики отбора специалистов для выполнения работ;

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

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

Для обеспечения качества получаемой от экспертов информации необходимо предусмотреть наличие:

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

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

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

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

Существует представление об идеальном «портрете» эксперта, имеющем следующие характеристики:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.5.2.2. Область применения экспертных оценок

Экспертные оценки применяются:

- для составления перечня возможных событий и определение временного промежутка наступления событий;
- для определения целей и задач управления с упорядочением их по степени важности;
- для определения альтернативных вариантов решения задачи с оценкой их предпочтительности;

- с целью определения альтернативного распределения ресурсов для решения задач с оценкой их предпочтительности;
- с целью определения альтернативных вариантов применения решения в определенной ситуации с оценкой их предпочтительности.

2.5.2.3. Основные черты общего упрощенного экспертного метода оценки качества

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.

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

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

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

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

2.5.2.4. Организация работы экспертной комиссии

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

Достоверность экспертизы зависит от количества экспертов в группе и качества экспертов. На рис. 2.5 представлен график экспериментальных данных, устанавливающих монотонное возрастание достоверности с увеличением количества экспертов в группе. Достоверность экспертизы существенно зависит от качества экспертов, особенно от их компетентности. Можно утверждать, что достоверность групповой экспертизы есть монотонно возрастающая функция средней групповой самооценки компетентности, которая определяется как среднее арифметическое значение самооценок группы экспертов. На рис. 2.6 приведен график экспериментальных данных, подтверждающих монотонно возрастающую зависимость между достоверностью экспертизы и уровнем групповой самооценки компетентности. На графике по оси абсцисс отмечены три уровня групповой компетентности: высокая (В), средняя (С), низкая (Н).

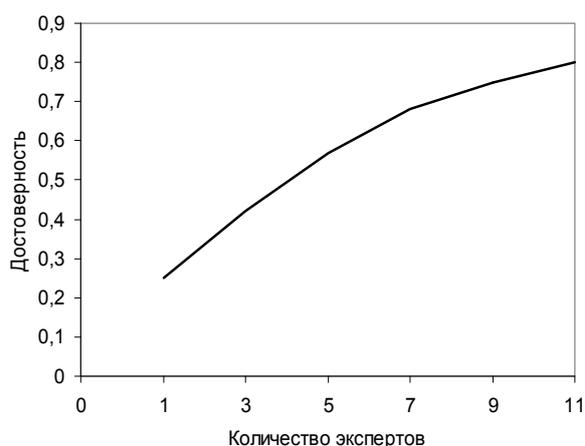


Рис. 2.5. Зависимость достоверности от количества экспертов

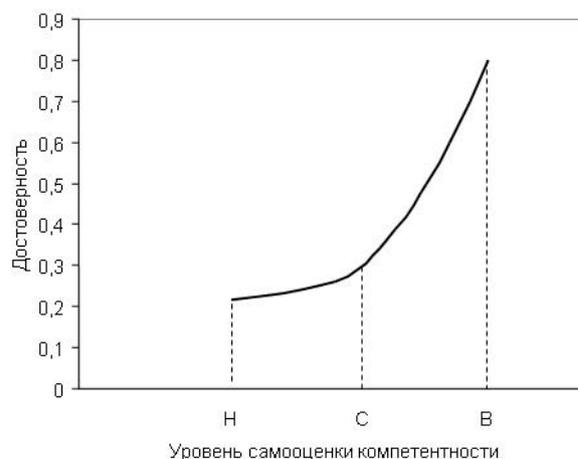


Рис. 2.6. Зависимость достоверности от уровня самооценки компетентности экспертов

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

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

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

В письмах объясняется цель проведения экспертизы, ее сроки, порядок проведения, объем работы и условия вознаграждения. К письмам прилагаются анкеты данных эксперта и самооценки компетентности. Получив

ответы экспертов, группа управления составляет окончательный список группы экспертов. После составления и утверждения списка экспертам посылается сообщение о включении их в состав экспертной группы. Если экспертное оценивание производится методом анкетирования, то одновременно с уведомлением о включении в экспертную группу всем экспертам высылаются анкета с необходимыми инструкциями для их заполнения. Сообщением экспертам о включении их в экспертизу заканчивается работа по подбору экспертов.

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

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

Пример такой группировки вопросов приведен в табл. 2.6.

Т а б л и ц а 2.6

Виды и типы вопросов

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

1	2	3
Вопрос, требующий содержательного ответа в развернутой форме	Требующий ответа в виде: перечня сведений об объекте перечня аргументов, которые подтверждают тезис, содержащийся в вопросе	Каковы характерные особенности объекта? Каковы ваши доводы в пользу целесообразности развития объекта?

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

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. Для определения показателя компетентности $K_{\text{ком}}$ используют обычно три составляющие:

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

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

3) тестирование по хорошо известным характеристикам качества продукции.

Для количественной оценки компетентности используют такую формулу:

$$K_{\text{ком}} = 0,4K_{\text{ком}}^C + 0,6K_{\text{ком}}^B. \quad (2.31)$$

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

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

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

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

За меру согласованности экспертов при этом принимается коэффициент конкордации ω :

$$\omega = \frac{12S}{n^2(m^3 - m) - n \sum_1^n T_j}, \quad (2.32)$$

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 :

$$\chi^2 = \omega \cdot m(n - 1). \quad (2.33)$$

Если $\chi^2 > \chi_{\text{табл}}^2$, то показатель ω значим с установленной вероятностью. Значения $\chi_{\text{табл}}^2$ приведены в табл. 2.7.

Таблица 2.7

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

Доверительная вероятность P	Значения $\chi_{\text{табл}}^2$ 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.2.8.

Т а б л и ц а 2.8

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

Решение:

1. Находим среднее арифметическое рангов

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

2. Определяем сумму квадратов отклонения от среднего арифметического

$$S=644.$$

3. Находим коэффициент конкордации

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

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

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

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

В состав экспертной комиссии входят председатель и его заместитель, которые обеспечивают руководство работой комиссии и 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.

2.5.3. Применение экспертного метода для оценки уровня качества продукции

2.5.3.1. Последовательность проведения экспертизы

Экспертная комиссия может осуществлять упрощенную оценку в следующей последовательности.

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.

2.5.3.2. Составление дерева свойств

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

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

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

Существуют следующие правила построения дерева свойств:

- 1) *Правило первое* (интегральное качество определяется качеством и экономичностью). Для подавляющего большинства объектов любого типа дерево свойств с 0-го по 3-й уровень включительно имеет один и тот же вид, показанный на рис. 2.7.

Исключением могут являться только некоторые объекты, применительно к которым свойство «эстетичность» не имеет смысла, например наружные инженерные сети.

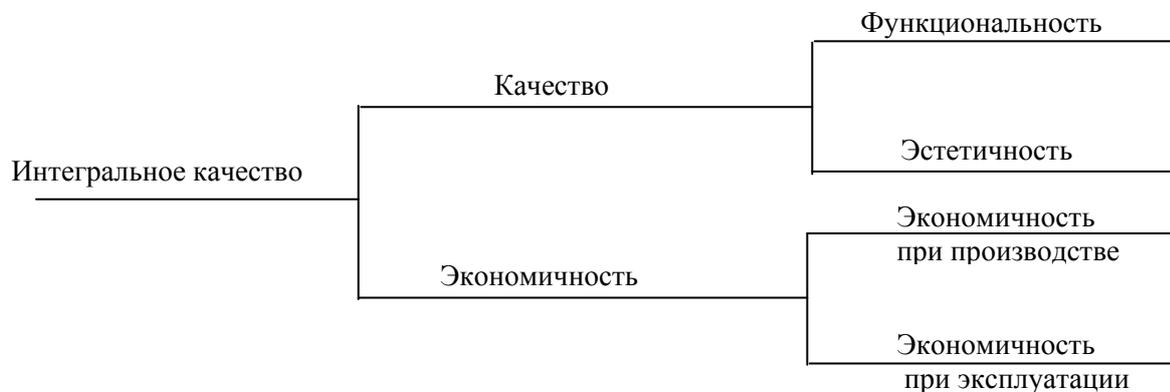


Рис. 2.7. Свойства первых двух уровней дерева, общие для подавляющего большинства типов объектов строительства.

2) *Правило второе* (деление до полного дерева). Дерево для объектов любого типа должно «ветвиться» (т.е. сложные свойства должны подразделяться на менее сложные свойства) до тех пор, пока во всех группах свойств, находящихся на правом краю дерева, не останутся только простые (которые уже нельзя разделить) или квазипростые свойства. Иначе говоря, до тех пор, пока дерево не станет полным. Пример группы, включающей только простые свойства, приведен на рис. 2.8.



Рис. 2.8. Пример деления до простых свойств

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

Например, неправильно было бы делить свойство «функциональность жилого помещения» так, как показано на рис. 2.9, а.

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

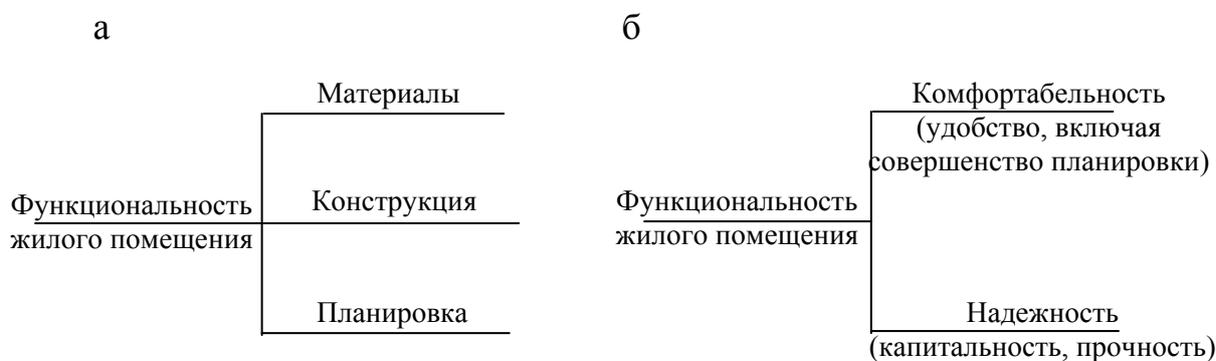


Рис. 2.9 Деление сложного свойства:
а – правильно; б – неправильно

Правильнее разделить свойство «функциональность» так, как показано на рис. 2.9, б.

4) *Правило четвертое* (деление по равному основанию). При делении любого сложного свойства на группу эквисатисных свойств признак, по которому осуществляется это деление, должен быть единым для всех свойств данной группы. Например, в группе, представленной на рис. 2.9, а, правило деления по равному основанию нарушено.

Так, для свойства «удобство для персонала» признаком деления является категория людей, находящихся в столовой. Для свойства «микроклимат в обеденном зале» признак деления – характер факторов, влияющих на удобство пребывания в обеденном зале. А для свойства «высота вестибюля» признаком деления является характер факторов, определяющих габаритные размеры вестибюля. Таким образом, в группе свойств, приведенной на рис. 2.10, а, вместо одного имеется целых три признака деления, что явно недопустимо.

Поэтому, чтобы соблюсти правило деления по равному основанию, необходимо неверный пример, показанный на рис. 2.10, а, должен быть заменен верным (см. рис. 2.10, б).

5) *Правило пятое* (одновременное существование свойств в группе). Эквисатисные свойства, составляющие группу свойств, должны быть такими, чтобы оцениваемый объект в каждый момент времени мог одновременно обладать всеми этими свойствами. Соответственно и признак деления должен выбираться с учетом удовлетворения этому правилу. Например, во фрагменте дерева, приведенном на рис. 2.11, а, это правило нарушено: понятно, что верхнее покрытие пола в коридоре администра-

тивного здания не может быть одновременно линолеумным, паркетным и дощатым. Оно может быть только из какого-то одного материала. А это означает, что признак деления здесь выбран неправильно.



Рис. 2.10 Построение дерева свойств:
а – неправильно; б – правильно



Рис. 2.11. Выбор признака деления:
а – неправильно; б – правильно

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

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

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

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

Требования необходимости означает, что в группу должны включаться только те свойства, которые необходимы для обеспечения эквисатисности со сложным свойством (необходимы для того, чтобы определить это сложное свойство). Например, во фрагменте дерева на рис. 2.12 это требование не выполнено, так как если известны площадь и один из горизонтальных линейных размеров помещения (например, ширина), то другой горизонтальный линейный размер (длина) уже не является свойством, необходимым для того, чтобы судить о горизонтальных размерах помещения, а это означает, что он не является необходимым для обеспечения эквисатисности сложного свойства с группой свойств.



Рис. 2.12. Пример нарушения требования необходимого числа свойств

Требования достаточности означает, что в группе должны быть представлены все те свойства, которыми может определяться соответствующее эквисатисное сложное свойство. Например, во фрагменте дерева, приведенном на рис. 2.13, требование достаточности не удовлетворено: для того, чтобы судить о размерах помещения, недостаточно знать только его длину и ширину, а надо знать также и высоту.

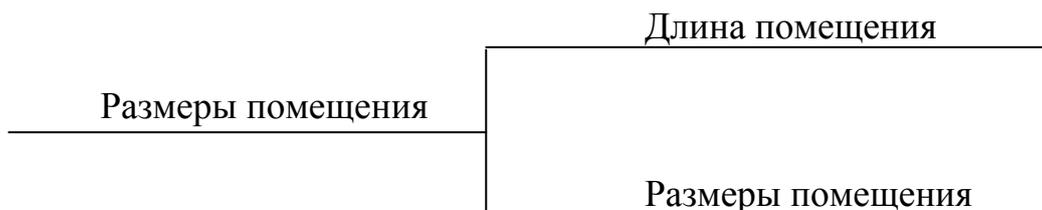


Рис. 2.13. Пример нарушения правила достаточности

Поэтому правильным делением свойства «размеры помещения», удовлетворяющим одновременно требованиям необходимости и достаточности, является то, которое показано на рис. 2.14.

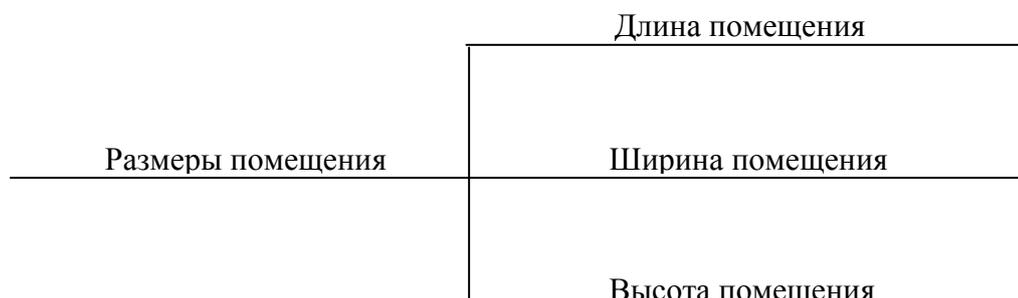


Рис. 2.14. Пример правильного деления сложного свойства, удовлетворяющего требованиям необходимости и достаточности

7) *Правило седьмое* (минимум свойств в группе). В большинстве ситуаций при оценке качества дерева свойств является рабочим инструментом, которым пользуются эксперты. С учетом психологических возможностей эксперта желательно, чтобы в группе было минимальное число свойств (в идеале – два свойства). С этой точки зрения, фрагмент дерева, изображенный на рис. 2.14, целесообразно трансформировать так, чтобы путем введения в дерево еще одного уровня обеспечить нахождение в каждой группе не более двух свойств. Характер вносимых с этой целью корректировок легко обнаруживается при сравнении рис. 2.14 с рис. 2.15.



Рис. 2.15 Пример построения фрагмента дерева свойств с минимальным числом свойств в группе

8) *Правило восьмое* (первоочередность признака деления меньшей размерности). Правило заключается в том, что из двух в одинаковой степени пригодных для использования признаков деления сначала нужно применять тот, который содержит меньшее число градаций. Так для открытого спортивного комплекса при учебном институте фрагмент дерева может быть построен двумя способами, показанными на рис. 2.16.

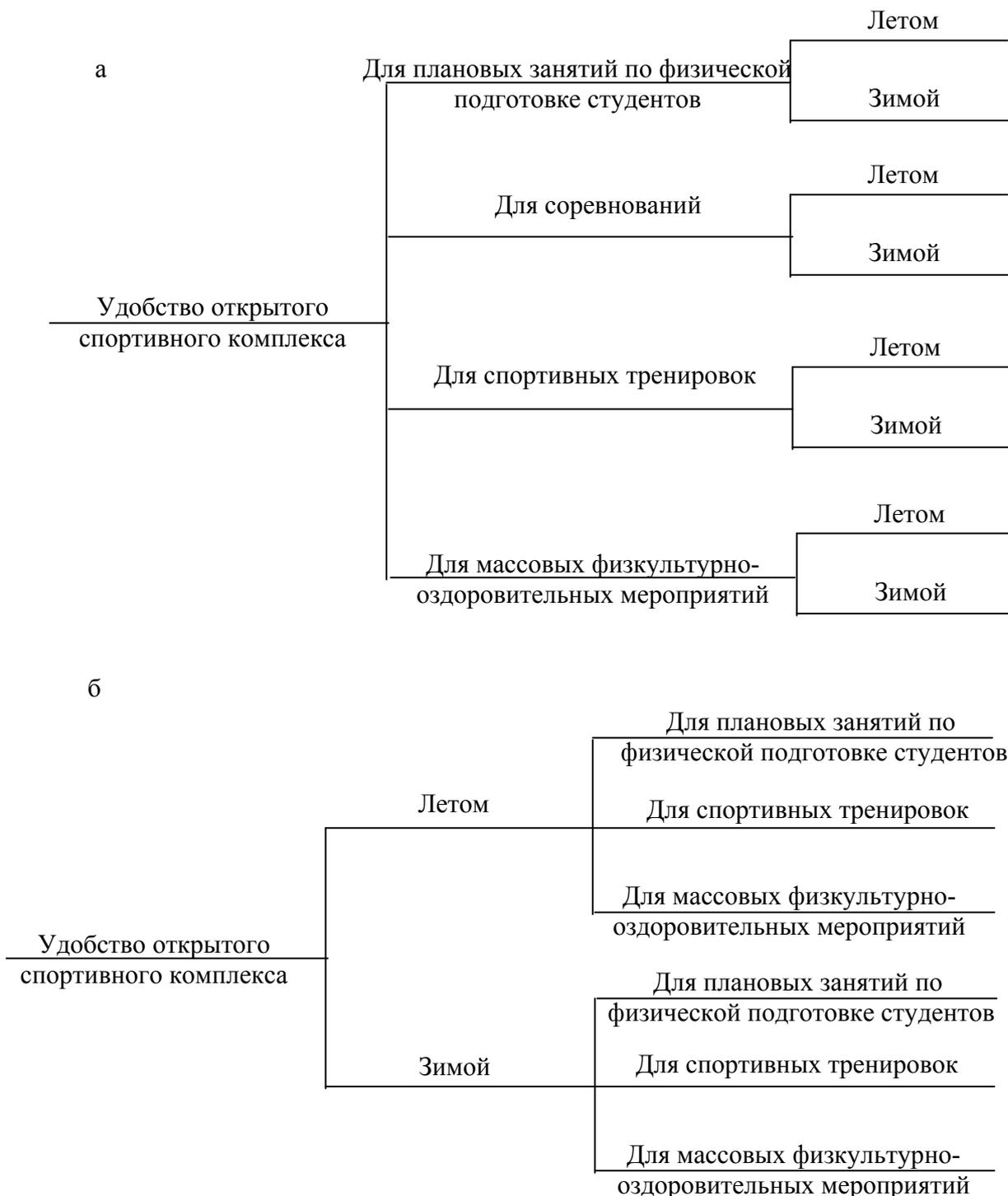


Рис. 2.16. Два способа построения фрагмента дерева свойств:
а – правило восьмое нарушено; б – то же, соблюдено

На рис. 2.16, а сначала использован признак деления, имеющий четыре градации (плановые занятия по физподготовке, соревнования, спортивные тренировки, массовые физкультурно-оздоровительные мероприятия), а потом имеющий две градации (летом, зимой); на рис. 2.16, б – наоборот.

Степень детализации дерева свойств в обоих случаях одинакова, но во втором случае (см. рис. 2.16, б) фрагмент дерева состоит из 11 свойств против 13 в первом случае (рис. 2.16, а). Понятно, что при прочих равных условиях более предпочтительным является дерево, содержащее меньшее число элементов, чем и объясняется существование восьмого правила.

9) *Правило девятое* (приведение к последнему уровню). Число уровней, которые необходимо при этом использовать в дереве, может отличаться для разных сложных свойств. Поэтому при построении дерева свойств нужно поступить следующим образом. Построить дерево с учетом восьми изложенных выше правил. Затем определить самый «высокий» (т.е. имеющий самый большой номер m) уровень, на котором оказались группа каких-то простых свойств, и до этого уровня вытянуть линии («ветки дерева») всех остальных простых и квазипростых свойств, которые оказались на других более «низких» уровнях. Характер такой операции для фрагмента дерева виден на рис. 2.15 (свойство «высота помещения» вытянуто до последнего уровня, на котором находятся простые свойства «ширина» и «длина»).

Для построения дерева свойств необходимо сначала описать ситуацию оценивания.

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

Это описание состоит из следующих этапов:

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

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

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

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

Для того чтобы перейти к составлению дерева свойств, необходимо выбрать экспертов и предложить им список из простых свойств для данного изделия (частные показатели). Экспертам необходимо было отнести

все эти частные показатели к тем или иным комплексным показателям S_i предпоследнего уровня дерева свойств, которое предварительно было составлено «начерно».

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

$$A = \frac{n(\alpha)}{n}, \quad (2.34)$$

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

Для того чтобы включить показатель α в обобщенную группу S_0 нужно выбрать критическое значение числа $A - A_{\text{крит}}$, достижение или превышение которого ведет к включению объекта α в группу S_{0i} . $A_{\text{крит}}$ не должно принимать значений ниже 0,5, но находиться в пределах от 0,66 (менее ответственные задачи) до 1 (в наиболее ответственных задачах). Таким образом, рассчитывая значение уровня согласованности для каждого показателя в группах S_i , найти те же показатели, при которых $A(\alpha) > A_{\text{крит}}$. Эти показатели и составят согласованную группу S_{0i} . Результаты этого этапа представляются в виде таблицы. Приняв $A_{\text{крит}} = 0,66$, находим обобщенные группы путем исключения частных показателей с уровнем согласованности $A < A_{\text{крит}}$. Частные показатели, вошедшие в обобщенные группы также заносятся в таблицу. Далее необходимо проверить насколько группировка каждого эксперта совпадает с полученной обобщенной группой S_{0i} . В этом случае мерой согласованности индивидуальной группировки j -го эксперта с группой S_{0i} будет число β , показывающие долю тех показателей из этой индивидуальной группировки, которые входят в обобщенную группу S_{0i} .

$$\beta = \frac{m_j(S_{0i})}{m_j}, \quad (2.35)$$

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

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

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

Результаты этого этапа также представляются в виде таблицы.

Если некоторые из представленных группировок будут являться спорными, то необходимо проверить изменяться ли обобщенные группировки

при исключении названных группировок. Если обобщенные группировки не изменяться, то нет необходимости вновь рассчитывать показатели согласованности индивидуальных групп и повторять построение согласованных группировок.

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

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

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

- S_1 – механические свойства;
- S_2 – физические свойства;
- S_3 – геометрия формы;
- S_4 – пропорции.

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

Результаты этого этапа представлены в табл. 2.9.

Т а б л и ц а 2.9

Таблица сопоставлений

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

Далее рассчитывается значение уровня согласованности для каждого показателя в группах S_i и находятся показатели, при которых $A(\alpha) > A_{\text{крит}}$. Эти показатели и составят согласованную группу S_{0i} . Результаты этого этапа представлены в табл. 2.10.

Т а б л и ц а 2.10

Значения уровня согласованности

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

Приняв $A_{\text{крит}}=0,66$, находим обобщенные группы путем исключения частных показателей с уровнем согласованности $A < A_{\text{крит}}$. Частные показатели, вошедшие в обобщенные группы, внесены в табл. 2.11. Как видно из табл. 2.10 группы $S_9, S_{12}, S_{14}, S_{15}, S_{16}, S_{17}, S_{18}, S_{19}$ далее участвовать в рассмотрении не будут.

Т а б л и ц а 2.11

Согласованные группы

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

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

Результаты этого этапа приведены в табл. 2.12.

Т а б л и ц а 2.12

Обобщённые группировки

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

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

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

Таким образом, ограничений для построения дерева свойств нет. Пример построения полного дерева свойств для железобетонных плит балконов и лоджий представлен на рис. 2.17.

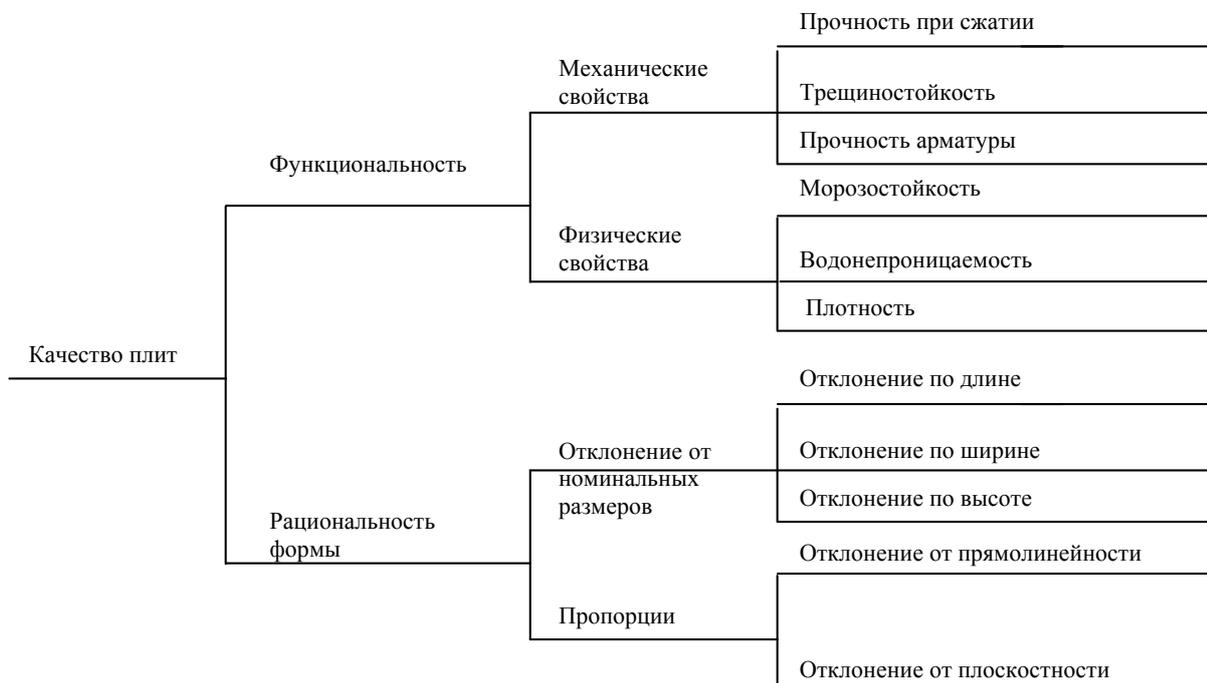


Рис. 2.17. Дерево свойств для железобетонных плит балконов и лоджий

2.5.3.3. Определение коэффициентов весомости свойств

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

Окончательно исправленное и согласованное с экспертами дерево передается техническим работникам для подготовки документации, необходимой для определения коэффициентов весомости всех свойств, включенных в дерево.

Технические работники вычерчивают дерево на большом листе бумаги (размером в несколько склеенных стандартных листов ватмана). Размеры изображенного дерева должны быть такими, чтобы на вертикально повешенном листе эксперты могли различать название каждого свойства с расстояния около 2 м.

Одновременно с вычерчиванием дерева технические работники нумеруют все его простые, квазипростые и сложные свойства в порядке указанном на рис. 2.18.

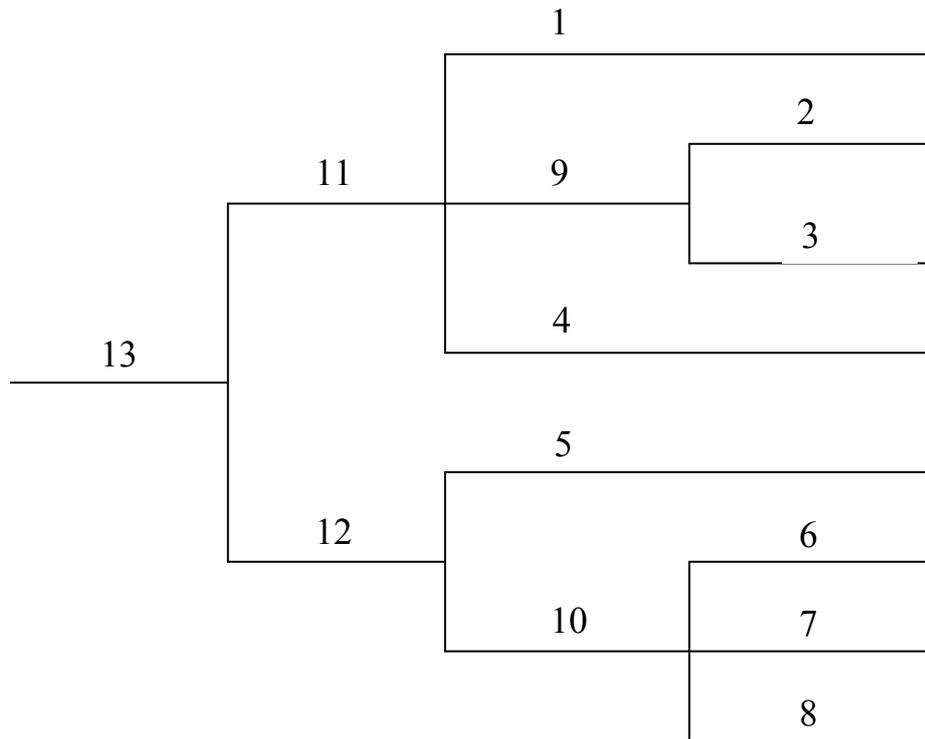


Рис. 2.18. Последовательность нумерации свойств

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

1) организаторы, анализируя исправленное и согласованное с экспертами дерево, определяют группы тех ее свойств, коэффициенты весомости M которых могут быть определены аналитически, неэкспертным методом (обычно таких свойств бывает очень мало);

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

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

Экспертный метод определения значений групповых нормированных коэффициентов весомости M

Технические работники подготавливают индивидуальные анкеты № 1 для определения каждым экспертом групповых ненормированных коэффициентов весомости M'' (табл. 2.13).

Все свойства в анкете располагаются только по группам в соответствии с их группировкой на дереве свойств (см. рис. 2.18).

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

Анкета № 1

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

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

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

Технические работники подготавливают также одну сводную анкету. Форма такой анкеты приведена для семи экспертов и дерева свойств, показанного на рис. 2.18. В эту анкету (также как и в индивидуальные анкеты) включаются только те группы свойств, величины коэффициентов весомости которых, по мнению организаторов, не могут быть определены аналитическим методом.

Ведущий (функции которого исполняет один из организаторов, обычно председатель комиссии) рассаживает экспертов за столами в один или в два ряда достаточно компактной группой.

В соответствии с их расположением в группе каждый эксперт нумеруется числами 1, 2, и т. д. Номер, присвоенный эксперту, определяет порядок, в котором эксперты дают свои ответы.

Перед группой экспертов на расстоянии не более 1,5-2 м на вертикальной, хорошо видимой плоскости закрепляется лист с изображением дерева. Между этим листом и экспертами за отдельным столом располагается ведущий, в обязанности которого входит непосредственное руко-

водство процедурой экспертного опроса вносит даваемые экспертами ответы в сводную анкету. При этом желательно, чтобы сводная анкета также была видна всем экспертам.

Ведущий предлагает экспертам независимо друг от друга (т.е. без общения между собой) дать количественную оценку групповым ненормированным коэффициентам весомости M'' свойств каждой группы (в соответствии с деревом на рис. 2.18 и индивидуальной анкетой).

Групповые ненормированные коэффициенты весомости M'' должны назначаться с учетом того влияния, которое, по мнению данного эксперта, оказывают отдельные входящие в группу свойства на соответствующее эквисатисное более сложное свойство предыдущего уровня. Например, применительно к дереву, изображенному на рис. 2.18, коэффициенты весомости для свойств 2 и 3 (M''_2, M''_3) должны назначаться с учетом влияния этих свойств на соответствующее эквисатисное им более сложное свойство 9.

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

Эксперты определяют ненормированные коэффициенты весомости M'' следующим способом.

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

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

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

Далее ведущий анализирует назначенные экспертами количественные оценки с точки зрения максимальной величины расхождения между отдельными оценками. Если значения групповых ненормированных коэффициентов весомости одних и тех же свойств, назначенных отдельными

экспертами, отличаются друг от друга незначительно (в пределах до 20 %), то определение коэффициентов весомости ограничивается первым туром и для свойств данной группы процедура экспертного опроса на этом заканчивается. После этого ведущий предлагает экспертам перейти к определению групповых ненормированных коэффициентов весомости свойств, входящих в следующие по порядку расположения в анкете группы свойств того же уровня, затем группы свойств предыдущего уровня и т.д.- вплоть до группы свойств первого уровня.

Если в ходе первого тура опроса расхождение между крайними значениями одного и того же группового ненормированного коэффициента весомости, назначенными разными экспертами, превышает примерно 20 %, ведущий устраивает краткое обсуждение.

Для этого он предлагает экспертам, назначившим наиболее отличающиеся от общей массы значения групповых ненормированных коэффициентов весомости очень кратко изложить причины, по которым они назначили эти значения коэффициентов M'' . Цель подобного краткого обсуждения – дать экспертам дополнительную информацию, которая у некоторых из них до выступления других экспертов возможно отсутствовала. Затем ведущий прекращает обсуждение и назначает повторный второй тур экспертного опроса, проводимый в таком же порядке, как и первый. Результаты этого тура заносятся в индивидуальные и сводную анкеты в графу «Тур 2».

Если дерево достаточно разветвлено (имеет больше пяти уровней или больше 60 простых свойств), имеет смысл проводить экспертный опрос не точно в том порядке, в котором отдельные группы свойств помещены в анкете, а в порядке, позволяющем экспертам сначала рассмотреть все свойства, которыми определяется одно из сложных свойств первого уровня, затем все свойства, влияющие на другое сложное свойство этого же уровня, и т.д.. Например, применительно к рис. 2.18 свойства должны рассматриваться экспертами в таком порядке: 2, 3; 1, 9, 4; 6, 7, 8; 5, 10; 11, 12.

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

По окончании экспертного определения групповых ненормированных коэффициентов вычисляются их средние арифметические (по всем экспертам) значения по данным первого тура (для тех групп свойств, по которым проводился только один тур опроса) или по данным второго тура (если проводилось два тура). Полученные данные заносятся в соответствующие графы сводной анкеты (табл. 2.14).

Таблица 2.14

Сводная анкета

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

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

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

Затем определяется сумма \sum всех средних групповых ненормированных коэффициентов весомости \bar{M}'' в группе. Например, если средние по всем экспертам значения групповых ненормированных коэффициентов весомости трех свойств в группе (см. рис.2.17) составляют $M''_1=95\%$, $M''_9=81\%$, $M''_4=100\%$, то $\sum M'' = 95 + 81 + 100 = 276\%$. Полученные результаты заносятся в сводную анкету.

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

Например,

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

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

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

Полученные данные также записываются в соответствующие графы сводной анкеты.

Аналитический (неэкспертный) метод определения значений групповых нормированных коэффициентов весомости

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

Например, пусть в дереве свойств имеется фрагмент такого типа, который изображен на рис. 2.19.

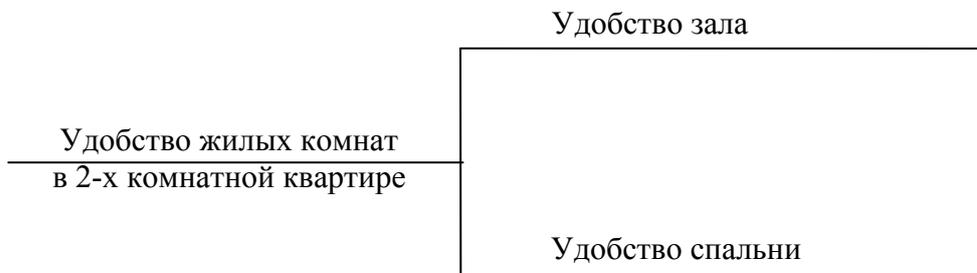


Рис. 2.19. Пример группы свойств, коэффициенты весомости которых могут быть определены аналитическим методом

Организаторам будет нетрудно заметить, что для группы, состоящей из подобных свойств, коэффициенты весомости в первом приближении можно принять пропорциональными площадям соответствующих помещений. Пусть известно, что площадь общей комнаты (ОК) $S_3=16,8 \text{ м}^2$, а площадь спальни (СП) $S_{СП}=11,4 \text{ м}^2$. Тогда значения групповых нормированных коэффициентов весомости M' можно вычислить по формуле:

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

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

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

Перевод групповых нормированных коэффициентов весомости M' в коэффициенты весомости M

Для контроля правильности вычислений надо следить за тем, чтобы сумма групповых нормированных коэффициентов весомости M' была равна 1 (с учетом всех свойств данной группы).

Однако эта операция нормирования групповых коэффициентов весомости обеспечивает равенство 1 суммы коэффициентов весомости только в пределах группы. Но для вычисления оценки качества нужно иметь такие коэффициенты весомости M , сумма которых будет равна 1 в пределах каждого уровня дерева. Иначе говоря, групповые нормированные коэффициенты весомости M' нужно перевести в уровневые нормированные коэффициенты весомости, соответствующие определению термина «коэффициент весомости свойства M ».

Вычисление коэффициентов весомости M осуществляется в следующем порядке. Пусть применительно к дереву, изображенному на рис. 2.16, для свойств 2, 9, 11 вычислены их групповые нормированные коэффициенты весомости: $M'_2 = 0,31$; $M'_9 = 0,06$; $M'_{11} = 0,54$ (эти данные берутся из граф сводной анкеты).

Коэффициенты весомости M_2 свойства 2 определится перемножением групповых нормированных коэффициентов весомостей M' тех свойств, которые иерархически связаны друг с другом, т.е. в данном случае свойств 2, 9 и 11 (см. рис. 2.18): $M_2 = M'_2 \cdot M'_9 \cdot M'_{11} = 0,31 \cdot 0,06 \cdot 0,54 = 0,01$.

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

В результате, каждое свойство, входящее в дерево, будет иметь четыре характеристики (рис. 2.20).

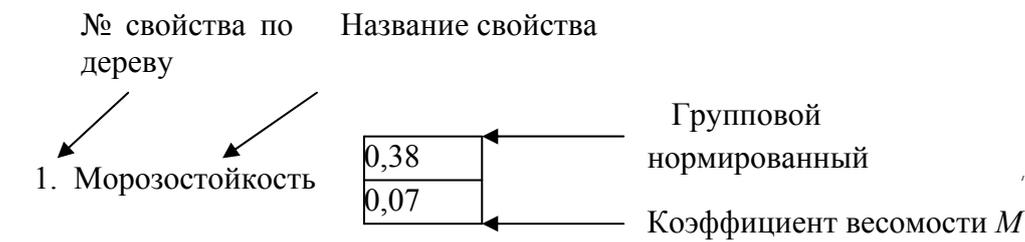


Рис. 2.20. Четыре характеристики каждого свойства, указываемые на дереве свойств, после вычисления коэффициентов весомости

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

Построенное дерево свойств вместе с нанесенными на него значениями коэффициентов весомости используется в дальнейшем для оценки качества изделий. Пример оценки качества строительной продукции строительного назначения (на примере дверей деревянных филенчатых) с использованием принципов квалиметрического анализа представлен в приложении.

2.6. Методы определения абсолютных показателей качества продукции

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

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 технических средств, которые повышают восприимчивость и разрешающие способности органов чувств, лупа, микроскоп, и др. При органолептическом методе обычно применяют балльный способ выражения показателей качества. Для этого используют, как правило, четыре оценки качества: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «плохо». При этом оценке «плохо» всегда соответствует 0 баллов, так как целью оценки является определение уровня качества, а не степени непригодности изделия. Балльная оценка может применяться при оценке показателей качества отделки строительных изделий.

Многие стандарты на отделочные и облицовочные строительные материалы предусматривают органолептический метод оценки качества продукции. Например, одноцветность фасадных керамических плит определяют путем визуального сравнения средней пробы изделий с эталонами. Вид и качество эталонов 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 примерно одинакова. Экспертная группа должна состоять не менее чем из семи человек. При меньшем числе экспертов возрастает вероятность принятия случайного решения. Решение принимается путем проставления оценок (система баллов) либо голосованием экспертов и утверждается в том случае, если за него подано не менее $2/3$ голосов. Опрос экспертов проводится в несколько туров, чтобы уменьшить влияние субъективного фактора на оценку. Эксперты сначала проставляют оценки независимо друг от друга; затем, после короткого публичного обоснования выставленных каждым экспертом оценок, проводится второй тур опроса, в ходе которого эксперты опять независимо друг от друга устанавливают новые оценки. Число проводимых туров опроса в значительной мере зависит от квалификации и опыта специалистов. Однако считается, что приемлемая точность результатов получается в среднем за три тура голосования. В качестве данных для последующих расчетов принимают среднеарифметические значения, полученные на основе окончательных оценок с учетом крайних значений. Здесь находит отражение народная мудрость: «Один ум хорошо, а два – лучше» – при коллективной оценке истинное значение прогнозируемой величины предполагается лежащим внутри диапазона оценок, выставленных отдельными экспертами. Не рекомендуется отбрасывать оценки отдельных специалистов, которые существенно отличаются

от остальных. На основе полученных значений определяют уровень качества продукта.

Социологический метод основан на сборе и анализе мнений фактических или возможных потребителей продукции. Сбор мнений осуществляют 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.

2.7 Определение экстремальных абсолютных показателей свойств

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.8. 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.

2.9. Формирование группы аналогов и установление базовых образцов

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

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

- базовые образцы, отражающие перспективные требования (перспективные образцы), установленные на определенный будущий период, в соответствии, с которыми разрабатывается перспективная новая промышленная продукция;

- базовые образцы, отражающие высший мировой уровень на настоящий период времени (лучшие реальные образцы);

- базовые образцы отечественного производства, отражающие наиболее высокие научно-технические достижения и соответствующие потребностям и возможностям народного хозяйства, а также для населения страны (реальные образцы).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Общий порядок установления базового образца включает следующие основные этапы:

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

2) выбор классификационных показателей качества и аналоговой группы изделий;

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

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

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

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

Классификационный показатель качества продукции это показатель, характеризующий принадлежность продукции к определенной классифи-

кационной группе-группе аналогов, принятой для последующего выявления базового образца.

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

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

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

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

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

За базовый образец принимается тот, у которого наибольшее значение интегрального или обобщенного показателя качества продукции, а их оптимальные значения.

Так, например, при оптимизации значений интегрального показателя качества за критерий установления базового образца принимается либо наибольший эффект от эксплуатации продукции при заданных затратах на ее создание и эксплуатацию, либо заданный эффект при наименьших затратах, либо наибольшее отношение эффекта к затратам.

Выбор базового образца производят расчетно-экспериментальным и (или) аналоговым методами. **Расчетно-экспериментальный метод** состоит в сочетании теоретических, экспериментальных и расчетных приемов определения совокупности перспективных значений показателей качества продукции на прогнозируемый период. При **аналоговом методе** выбора базового образца производят ранжирование образцов аналоговой группы, и лучший образец из этой группы принимается за базовый.

Установление базового образца из аналоговой группы может быть осуществлено и экспертным методом, но с учетом значений главного (определяющего единичного), обобщающего или интегрального показателей качества рассматриваемых образцов.

Кроме того, в качестве базовых образцов выделяются лучшие из группы аналогов на основе метода попарного и последовательного сопоставления значений показателей качества всех аналогов.

Выделение базовых образцов методом попарного сопоставления аналоговых образцов осуществляется так:

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

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

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

Требования, предъявляемые к базовым образцам:

– базовый образец устанавливается для определенного вида однородной продукции, имеющей сходные условия эксплуатации, одинаковое функциональное назначение, единый принцип действия и предназначенный для известной группы потребителей.

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

– перечень показателей качества оцениваемого и базового образцов должен быть одинаковым и соответствовать номенклатуре, официально установленной системой показателей качества продукции данного вида.

– единицы измерения значений показателей качества базового образца и оцениваемой продукции должны быть сопоставлены, т.е. одинаковыми для каждого из соответствующих показателей.

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

2.10. Классификация оценок качества продукции

Оценки качества продукции могут быть классифицированы по следующим признакам:

- 1) по размерности;
- 2) по достоверности;
- 3) по виду оценок;
- 4) по информативности;

- 5) по совместимости;
- 6) по области применения.

В зависимости от размерности различают следующие оценки:

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

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

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

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

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

По достоверности оценки разделяют на:

- 1) достоверные;
- 2) не достоверные.

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

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

По виду оценки разделяются на:

- 1) точечные;

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

Точечные оценки получаются в том случае, когда вся исходная информация в функции оценивания представлена точечными значениями. Точечные оценки дают одно конкретное значение оценки качества продукции и поэтому вычисляются наиболее просто. Вместе с тем, точечные оценки, как правило, недостаточно информативны и характеризуются значительными рисками при их сопоставлении изготовителем (поставщиком) и потребителем (покупателем).

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

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

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

Информативность оценок качества продукции определяется:

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

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

Важное значение имеет объем информации, используемой при вычислении качества продукции. Величина информации выражается через **«меру информативности»**. Чем больший объем информации был использован при вычислении оценки, тем больше мера информативности.

Однако мера информативности должна быть сопоставимой. Для целей сопоставимости вычисляют максимально возможную меру информативности, достижимую меру информативности и достигнутую меру информативности.

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

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

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

Совместимость оценок характеризуется:

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

В процессе сопоставления оценок качества продукции, полученных поставщиком и потребителем, необходимо соблюдение условия единства процедур оценивания.

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

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

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

По области применения различают:

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

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

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

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

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

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

2.11. Основы классификации методов оценки качества

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

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 (неэкспертные).

2.12. 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.

2.12.1. Дифференциальный метод

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

– при отсутствии ограничений в значениях единичных показателей:

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

$$y_{ki} = \frac{P_i}{P_{i\text{баз}}}, \quad (2.36)$$

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

$$y_{ki} = \frac{P_{i\text{баз}}}{P_i}, \quad (2.37)$$

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

$$Y_{ki} = \frac{P_i - P_{при}}{P_{баз} - P_{при}}, \quad (2.38)$$

где $P_{при}$ – 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).

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

2.12.2. Метод комплексной оценки уровня качества продукции

Комплексная оценка уровня качества предусматривает использование обобщенного показателя качества. 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:

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:

1. Выборочная арифметическая:

$$Q_A = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_i. \quad (2.39)$$

2. Выборочная геометрическая

$$Q_G = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n K_i}. \quad (2.40)$$

3. Выборочная гармоническая

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

4. Выборочная арифметическая кумулятивная

$$Q_{KA} = \frac{G_{n-2} + K_n}{2}; \quad (2.42)$$

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

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

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

5. Выборочная геометрическая величина

$$Q_{KC} = \sqrt{G_{n-2} \cdot K_n}; \quad (2.43)$$

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

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

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

6. Выборочная гармоническая кумулятивная

$$Q_{KG} = \frac{2}{\frac{1}{G_{n-2}} + \frac{1}{K_n}}; \quad (2.44)$$

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

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

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

7. Выборочная арифметическая взвешенная

$$Q_{BA} = \sum_{i=1}^n M_i K_i. \quad (2.45)$$

8. Выборочная геометрическая взвешенная

$$Q_{BC} = \prod_{i=1}^n K_i^{M_i}. \quad (2.46)$$

9. Выборочная гармоническая взвешенная

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

10. Выборочная кумулятивная арифметическая взвешенная

$$\begin{aligned} Q_{KBA} &= \alpha G_{n-2} + \beta K_n; \\ G_1 &= \alpha K_1 + \beta K_2; \\ G_2 &= \alpha G_1 + \beta K_3; \\ G_{n-2} &= \alpha G_{n-3} + \beta K_{n-1}; \\ \alpha + \beta &= 1, 0. \end{aligned} \quad (2.48)$$

11. Выборочная кумулятивная геометрическая взвешенная

$$\begin{aligned} Q_{KBC} &= G_{n-2}^\alpha \cdot S_n^\beta; \\ G_1 &= S_1^\alpha \cdot S_2^\beta; \\ G_2 &= G_1^\alpha \cdot S_3^\beta; \\ G_{n-2} &= G_{n-3}^\alpha \cdot S_{n-1}^\beta; \\ \alpha + \beta &= 1, 0. \end{aligned} \quad (2.49)$$

12. Выборочная кумулятивная гармоническая взвешенная

$$\begin{aligned} Q_{KBГ} &= \frac{1}{\frac{\alpha}{G_{n-2}} + \frac{\beta}{K_n}}; \\ G_1 &= \frac{1}{\frac{\alpha}{K_1} + \frac{\beta}{K_2}}; \\ G_2 &= \frac{1}{\frac{\alpha}{G_1} + \frac{\beta}{K_3}}; \\ G_{n-2} &= \frac{1}{\frac{\alpha}{G_{n-3}} + \frac{\beta}{K_{n-1}}}; \\ \alpha + \beta &= 1, 0. \end{aligned} \quad (2.50)$$

13. Выборочная обобщенная арифметическая

$$Q_{OA} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i^2}{\sum_{i=1}^n K_i}. \quad (2.51)$$

Уровень качества по комплексному методу определяется отношением обобщенного показателя качества оцениваемого изделия $Q_{оц}$ к обобщенному показателю базового образца $Q_{баз}$, т.е.

$$y_k = \frac{Q_{оц}}{Q_{баз}}. \quad (2.52)$$

2.12.3. 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:

– 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:

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:

$$y_k = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{P_{i\text{баз}}} : n + \frac{Q}{Q_{\text{баз}}} \quad (2.53)$$

или

$$y_k = \sum_{i=1}^n q_i \frac{P_i}{P_{i\text{баз}}} + \frac{Q}{Q_{\text{баз}}}, \quad (2.54)$$

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.

2.12.4. 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 $Y_{ин}$ 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:

$$P_{ин} = \frac{W}{(K_c + Z_3)}, \quad (2.55)$$

либо как обратное отношение этих затрат к полезному эффекту:

$$P_{ин} = \frac{(K_c + Z_3)}{W}, \quad (2.56)$$

где W – полезный эффект, т.е. количество единиц продукции;

K_c – суммарные капиталовложения, включающие оптовую цену, а также затраты на установку и т.д.;

Z_3 – эксплуатационные затраты за весь срок службы изделия.

В первом случае интегральный показатель качества характеризуется полезным эффектом, приходящимся на одну денежную единицу суммарных затрат, а во втором – суммой затрат в денежных единицах, приходящихся на единицу полезного эффекта. Эти формулы справедливы для срока службы изделия до одного года.

При сроке службы изделия более одного года интегральный показатель качества вычисляют по формуле

$$P_{ин} = \frac{W}{K_c \varphi(t) + Z_3}, \quad (2.57)$$

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

Его вычисляют по формуле

$$\varphi(t) = \frac{E_n(1 + E_n)^{t-1}}{(1 + E_n)^t - 1}, \quad (2.58)$$

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. 2.15.

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

$$P_{ин} = \frac{W}{K_c(1 + E_n)^t + 3_s}. \quad (2.59)$$

Т а б л и ц а 2.15

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.

$$Y_{ин} = \frac{P_{ин}}{P_{ин.баз}}. \quad (2.60)$$

2.12.5. Метод оценки уровня качества разнородной продукции

Чаще всего предприятие выпускает продукцию многих видов – разнородную. Для комплексной оценки уровня качества разнородной продукции применяют индексы качества продукции.

Индексом качества продукции называется комплексный показатель качества разнородной продукции, равный среднему взвешенному значению относительных показателей качества различных видов продукции за рассматриваемый период. Индексы качества используют при составлении планов повышения качества и проверке их выполнения, при сопоставлении качества продукции различных предприятий, при оценке стабильности производства и в других случаях.

Наиболее часто индекс качества вычисляют на основе главного показателя. Обычно это производительность или долговечность изделий.

Главный показатель качества может быть комплексным.

Для нескольких s видов продукции индекс качества вычисляется по формуле

$$I_K = \left(\sum_{i=1}^s N_i \cdot K_i \cdot \Pi_i \right) / \left(\sum_{i=1}^s N_i \cdot \Pi_i \right), \quad (2.61)$$

где K_i – относительный показатель качества i -го вида продукции;

N_i – количество изделий i -го вида или объём i -й продукции в текущем периоде;

Π_i – оптовая цена продукции i -го вида, руб.

Если сумма, на которую выпущена продукция i -го вида, $C_i = N_i \cdot \Pi_i$, а общая сумма, на которую выпущена продукция всех видов, $C = \sum_{i=1}^s C_i$, то индекс качества

$$I_K = \left(\sum_{i=1}^s K_i \cdot C_i \right) / C. \quad (2.62)$$

При вычислении индексов качества, соответствующих базисному и отчётному периодам, берут фактические уровни качества для каждого периода, а цена для обоих периодов принимается одной и той же.

Индексы качества могут вычисляться для разных организационных уровней: для цеха, завода, отрасли. Для вышестоящей организации индекс качества

$$I_{\text{общ}} = \left(\sum_{j=1}^m C_j \cdot I_{kj} \right) / \sum_{j=1}^m C_j, \quad (2.63)$$

где C_j – сумма, на которую выпущена продукция j -м объектом;

I_{kj} – индекс качества j -го объекта;

m – число объектов.

2.13. Основы процесса оценки уровня качества изделий на стадиях жизненного цикла

Кроме обобщенной оценки качества и технического уровня, часто определяют их значения для каждого этапа жизненного цикла изделия.

На стадии проектирования и конструирования рассчитывают нормативные показатели качества, а также перспективное значение технического уровня разрабатываемого изделия – Y_p .

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

На стадии обращения и реализации необходимо оценивать уровень качества готовой продукции $Y_{г.п}$ при ее обращении по соответствующим показателям сохраняемости и транспортабельности.

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

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

В итоге, общий показатель уровня качества Y_k может быть определен, как

$$Y_k = Y_p + Y_{изг} + Y_{г.п.} + Y_{экс} + Y_{ут}. \quad (2.64)$$

2.13.1. Оценка уровня качества разрабатываемого изделия

Стадия разработки нового изделия начинается с изучения потребности покупателей. На основании этого составляют технические требования на продукцию.

Стадия разработки продукции включает, на первом ее этапе, установление норм (предельных значений) показателей качества и разработку технического задания.

Основанием для принятия предельных значений показателей качества разрабатываемого изделия служат характеристики базовых образцов и аналогов, требования отечественных и международных стандартов, технических условий, материалы НИР и ОКР, отзывы потребителей и т.п.

При проектировании и конструировании новой продукции заказчик задает необходимые значения основных технических параметров изделия. Разработчик изделия обоснованно принимает метод оценки и прогнозирования уровня. После этого определяют пределы или диапазоны показателей качества и этим формируют требования к качеству изделия.

При проектировании осуществляют оптимизацию параметров качества. **Оптимальное проектирование**- это процесс определения значений основных параметров разрабатываемого изделия, обеспечивающих экстремальные (максимальные или минимальные) значения нескольких технико-эко-

номических характеристик при условии, что другие характеристики удовлетворяют заданной совокупности требований.

Стадия разработки продукции включает в себя также создание технического проекта, изготовление и испытание опытных образцов, разработку рабочего проекта и полного комплекта технической документации в соответствии с требованиями ГОСТ, Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), необходимой для постановки продукции на производство.

В процессе конструирования могут изменяться исходные параметры разрабатываемого изделия, которые были предписаны техническим заданием на разработку и в данном случае для контролирования являются исходными и базовыми. В связи с этим всегда есть необходимость оценить степень соответствия показателей качества окончательно сконструированного изделия с его первоначально заданными (базовыми) техническими и другими характеристиками.

Цель оценки качества на стадии разработки продукции заключается в определении меры соответствия значений отдельных параметров и различных показателей качества разработанной продукции достижениям научно-технического прогресса.

Качество новой продукции зависит от влияния каждого нововведения на соответствующий показатель качества X . Коэффициент влияния j -го нововведения в разрабатываемом изделии на значение показателя X_i определяется по формуле

$$K_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_{i\text{баз}}}, \quad (2.65)$$

где X_{ij} – значение показателя X_i с учетом j -го нововведения;

$X_{i\text{баз}}$ – базовое значение показателя X_i ;

j – порядковый номер нововведения.

2.13.2. Оценка уровня качества изготовления изделий

Цель оценки показателей качества и уровня качества продукции на стадии ее изготовления состоит в определении меры соответствия фактических значений параметров и показателей, характеризующих качество изготовленной продукции до начала ее эксплуатации или потребления, установленным требованиям конструкторской документации, стандартов, технических условий. Требуемый уровень качества продукции обеспечивается на стадии изготовления производственно-технологическими методами.

Обычно для определения уровня качества изготовления изделий используют коэффициент дефектности R_d . При известных коэффициентах

дефектности уровень качества изготовления изделия $Y_{\text{изг}}$ определяют по формулам:

– при стоимостном методе определения коэффициента дефектности

$$Y_{\text{изг}} = 1 - \frac{R_d}{C}, \quad (2.66)$$

– при балльном методе определения коэффициента дефектности

$$Y_{\text{изг}} = 1 - \frac{R_d}{R_{d\text{max}}}, \quad (2.67)$$

В этих формулах:

C – производственная себестоимость изготовления одного изделия;

$R_{d\text{max}}$ – максимально возможное значение R_d для данного изделия, которое находят как

$$R_{d\text{max}} = Z \cdot d, \quad (2.68)$$

где Z – максимальное значение коэффициента весомости в баллах, которое назначается наиболее существенному дефекту;

d – максимально возможное количество наиболее существенных дефектов. Если дефект является критическим, то $d=0$.

Отсюда следует:

- при отсутствии дефектов $Y_{\text{изг}}=1$;
- при предельно низком качестве изготовления изделий $Y_{\text{изг}}=0$.

2.13.3. Оценка уровня качества изделия в эксплуатации

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

Под уровнем качества изделий в эксплуатации понимают степень соответствия фактических значений показателей качества изделий в процессе их эксплуатации требованиям нормативно-технической документации.

Оценку уровня качества в эксплуатации проводят для более полного использования всех полезных свойств изделия, а также для получения необходимой информации об изменении показателей качества и его обобщенного уровня в процессе эксплуатации.

Под стадией эксплуатации понимается вся после производственная часть существования изделия, включающая использование по назначению,

ремонт, транспортирование, хранение и т.п. Эксплуатация сопровождается постепенным ухудшением значений показателей качества изделий.

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

Иногда целесообразно определять комплексный показатель качества эксплуатации $Z(t)_{\text{экс}}$ в виде суммарных финансовых затрат на работу изделия по назначению, обслуживанию и ремонту, отнесенные к единице времени

$$Z(t)_{\text{экс}} = \left(\sum_{i=1}^m Z_i(t) + Z_m \right) / t, \quad (2.69)$$

где $Z_i(t)$ – затраты на эксплуатацию изделия с наработкой t , отнесенные к единице времени и к i -му показателю качества;

Z_m – затраты на восстановление значений показателей качества K_i ;

m – число учитываемых показателей качества.

Уровень качества продукции на определенных этапах эксплуатации, оцениваемый, например, по затратам на эксплуатацию в сопоставимых периодах, находят так:

$$Y_{\text{экс}} = \frac{Z'(t)_{\text{экс}}}{Z(t)_{\text{экс}}}, \quad (2.70)$$

где $Z(t)_{\text{экс}}$ – эксплуатационные затраты с наработкой t на момент оценки;

$Z'(t)_{\text{экс}}$ – затраты в предшествующий период с наработкой t .

По значениям $Y_{\text{экс}}$, полученным в разное время, можно построить зависимость изменения $Y_{\text{экс}}$ при эксплуатации (или использовании) изделия.

2.13.4. Оценка уровня качества изделия при его утилизации

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

Оценку уровня качества изделия на стадии его утилизации осуществляют по показателям эффективности процесса утилизации. Целесообразно определять комплексный показатель качества утилизации в виде

суммарных финансовых затрат по всем составляющим процесса утилизации $Z(t)_{\text{утил}}$, отнесенных к единице времени

$$Z(t)_{\text{утил}} = \sum_{i=1}^n Z_{\text{б.перс}} + Z(t)_{\text{ок.ср}} + (Z_{\text{утил}} - \sum O_{\text{возвр}}), \quad (2.71)$$

где $\sum_{i=1}^n Z_{\text{б.перс}}$ – затраты на обеспечения безопасности выполнения персоналом всех i -х работ по утилизации изделия;

$Z(t)_{\text{ок.ср}}$ – затраты на снижение (ликвидацию) вреда окружающей среде при утилизации изделия, отнесенные к единице времени;

$Z_{\text{утил}}$ – затраты, связанные с утилизацией изделия (затраты и исследование способов утилизации, изготовление средств утилизации, демонтаж и разработку, транспортные расходы, изготовление специальных контейнеров и т.д.)

$\sum O_{\text{возвр}}$ – стоимость используемых остаточных ресурсов утилизированного изделия (общего лома, и других компонентов для дальнейшего использования с пониженными требованиями в эксплуатационных свойствах).

Уровень качества изделий на стадии утилизации оценивают отношением суммарных финансовых затрат процесса утилизации по сравниваемым изделиям (с базовым образцом-аналогом)

$$Y_{\text{утил}} = \frac{Z(t)_{\text{утил}i}}{Z(t)_{\text{утил.баз}}}, \quad (2.72)$$

где $Z(t)_{\text{утил}i}$ – суммарные финансовые затраты процесса утилизации оцениваемого i -го изделия, отнесенные к единице времени;

$Z(t)_{\text{утил.баз}}$ – суммарные финансовые затраты процесса утилизации базового изделия (аналога), отнесенные к единице времени.

2.14. Подготовка и оформление документа о результатах оценки уровня качества промышленной продукции

В заключении об уровне качества промышленной продукции указывается результат оценки и дается его обоснование. После анализа и выполнения оценки в зависимости: от поставленных целей и полученных результатов подготавливаются предложения для принятия решения по разработке, постановке на производство или: по совершенствованию изделия. Решения принимаются соответствующими руководителями по результатам оценки с учетом дополнительно проводимых технико-экономических исследований и обоснований наилучшего варианта из подготовленных и изложенных в заключении предложений.

Обычно заключение о техническом уровне изделия состоит из шести разделов.

В *первом* разделе указывают:

а – назначение и краткую характеристику области применения изделия;

б – обозначение документа, в соответствии с которым изделие поставляют потребителю;

в – наименование предприятия или организации – разработчика конструкторской документации на данное изделие;

г – наименование предприятия – изготовителя изделия и его адрес или только его условное наименование;

д – дату постановки изделия на промышленное производство;

е – дату проведения аттестации качества и результаты сертификации;

ж – дополнительные сведения об изделии.

Во *втором* разделе указывают:

а – наименования и единицы измерения показателей качества принятых для оценки уровня качества данного изделия;

б – значения показателей качества, взятых из технического задания, технических условий или других конструкторских документов на данное изделие, либо среднестатистические данные производства и эксплуатации изделий;

в – значения базовых показателей качества и соответствующие номера источников информации, записываемых в пятом разделе, в том числе: значения показателей качества, предусмотренные в действующих стандартах на данное изделие; значения показателей качества перспективного образца, значения показателей качества отечественных и лучших зарубежных аналогов ведущих фирм, которые освоены и выпускаются производством не более трех лет, с указанием страны, фирмы или предприятия-изготовителя, модель изделия и год постановки его на производство;

г – значения относительных показателей качества по отношению к показателям перспективного образца или по отношению к показателям аналогов; здесь же приводят значения относительных показателей, получаемых дифференциальным, комплексным или смешанным методом определения уровня качества.

Выявление номенклатуры и выбор методики определения относительных показателей качества, номенклатуры и численных значений иных показателей качества следует проводить по отраслевым методикам, разработанным предприятием или организацией, которые являются ведущими в разработке или производстве данного вида изделия. Содержание этих методик должно соответствовать требованиям стандартов на качество продукции.

В случае отсутствия аналогичных изделий используют данные из официальных источников информации, сведения о комплектующих составных

частях изделия и другую информацию. Если показатели аналогов ниже показателей качества, установленных действующими стандартами, то данные этих стандартов принимают за показатели аналога.

В *третьем* разделе указывают наименования стран, являющихся возможными потребителями данного изделия. Отмечают также страны, являющиеся передовыми в части производства изделий данного вида. В этом же разделе отражают патентно-правовые показатели.

В *четвертом* разделе по итогам анализа показателей качества и уровня качества оцениваемого изделия и при необходимости повышения уровня качества изделия по отдельным показателям качества, указывают планируемые значения этих показателей и сроки их достижения. Этот раздел заполняют по данным, полученным при сертификации изделия на качество и при разработке мероприятий по повышению уровня качества.

В *пятом* разделе отражают источники информации (стандарты, журналы, патентные описания, каталоги, обзоры, фирменные проспекты, отчеты о сравнительных испытаниях, данные об эксплуатации и т.д.). При этом указывают: порядковый номер источника; автора или авторов; обозначение, наименование и номер выпуска источника; место, издательство и год выпуска; номера страниц, на которые даются ссылки, или общее количество страниц в источнике. Наименование иностранных источников информации и фирм записываются, как правило, на языке оригинала.

В *шестом* разделе указывают сведения и численные данные, характеризующие общую оценку уровня качества изделия. Кроме того, приводят обоснованные предложения о целесообразности дальнейшего производства, модернизации изделия или снятия его с производства с указанием сроков выполнения предложений.

В случае, когда оцениваемое изделие уступает требуемому уровню и есть необходимость его модернизации, то в заключении должно быть указано, в каком направлении необходимо вести работы, и предложены варианты совершенствования изделия.

Методика формирования вариантов совершенствования оцененного по техническому уровню изделия следующая:

1. Производят выборку тех показателей качества оцениваемого изделия, которые снижают значение итогового показателя технического уровня изделия.

2. Задается величина шага улучшения значений по каждому из выбранных показателей.

3. Последовательно изменяются значения разных показателей качества изделия на один, два и т. д. шагов.

4. Каждый вариант улучшения проверяется на соответствие мировому уровню. При этом:

– если соответствие мировому уровню данным вариантом достигается, то он фиксируется и значения его показателей больше не изменяются;

– если соответствие мировому уровню данным вариантом не достигается, то значения выбранных показателей качества последовательно задаются на их улучшение до того, как будет получено численное соответствие их мировому уровню.

5. Формируются все возможные варианты совершенствования изделия до заданного уровня с минимальными улучшениями значений его показателей качества

Процедура формирования вариантов совершенствования изделий осуществляется по специально разрабатываемой программе.

Контрольные вопросы

1. Что такое уровень качества продукции?
2. С какой целью проводится оценка качества продукции?
3. Какие измерительные шкалы используются в рамках экспертного метода?
4. Назовите основные этапы оценки уровня качества выпускаемой продукции.
5. Что Вы понимаете под весомостью свойства?
6. Назовите основные этапы построения дерева свойств.
7. Что понимают под термином «дерево свойств» продукции?
8. Какие правила необходимо соблюдать при построении дерева свойств?
9. Каким образом производится оценка меры принадлежности частных показателей к той или иной группе комплексных показателей качества?
10. Что такое ситуация оценивания?
11. В чем суть экспертного метода, используемого при построении дерева свойств?
12. Как оценивают общую согласованность мнений экспертов?
13. В чем разница между методами попарного и двойного попарного сопоставления?
14. Что такое весомость свойств качества?
15. В каких случаях применяется метод разности медиан?
16. Какие показатели называют позитивными, негативными и нейтральными?
17. Назовите этапы определения коэффициентов весомости единичных показателей качества продукции методом разности медиан.
18. Как определяют медиану для четного и нечетного количества точек ряда?
19. Назовите основные этапы упрощенного экспертного метода оценки качества продукции.
20. Что такое сложное свойство объекта?

21. Состав и численность экспертной комиссии. Что входит в функции каждого участника экспертной комиссии?

22. Дайте определение простого и сложного свойств объекта. Что Вы понимаете под функциональностью и эстетичностью объекта?

23. Каким образом рассчитываются групповые нормированные коэффициенты весомости?

24. Назовите основные правила построения дерева свойств?

25. Каким образом производят вычисление коэффициента конкордации?

26. Назовите основные условия применения экспертного метода.

27. Назовите основные факторы, от которых зависит достоверность экспертизы.

28. Основные измерительные шкалы, используемые в рамках экспертного метода.

29. В чём преимущества попарного сопоставления?

30. Последовательность определения значений коэффициентов весомости методом последовательного сопоставления.

31. Определение компетентности экспертов.

32. Каким образом вычисляется общий показатель уровня качества продукции?

33. Что включает стадия разработки продукции?

34. Что является целью оценки уровня качества продукции на стадии ее изготовления?

35. Каким образом проводят оценку уровня качества эксплуатируемого изделия?

36. Каким образом получают количественную оценку уровня качества изделия на стадии его утилизации?

3. ИНСТРУМЕНТЫ КАЧЕСТВА

Инструменты качества – это различные методы и техники по сбору, обработке и представлению количественных и качественных данных какого-либо объекта (продукта, процесса, системы и т.п.). Набор методов, который применяется в менеджменте качества достаточно широкий и разнообразный. Он формировался на протяжении всей истории развития менеджмента качества.

Все инструменты качества можно сгруппировать по целям их применения:

- инструменты контроля качества;
- инструменты управления качеством;
- инструменты анализа качества;
- инструменты проектирования качества.

Инструменты контроля качества – это инструменты, которые позволяют принимать управленческие решения. Большинство инструментов, применяемых для контроля, основаны на методах математической статистики. Современные статистические методы и математический аппарат, применяемый в этих методах, требуют от сотрудников организации хорошей подготовки, что далеко не каждая организация может обеспечить. Однако без контроля качества невозможно управлять качеством и тем более повышать качество.

Из всего разнообразия статистических методов для контроля наиболее часто применяют самые простые статистические инструменты качества. Их еще называют семь инструментов контроля качества. Эти инструменты были отобраны из множества статистических методов союзом японских ученых и инженеров (JUSE). Особенность этих инструментов заключается в их простоте, наглядности и доступности для понимания получаемых результатов. Инструменты контроля качества включают в себя – гистограмму, диаграмму Парето, контрольную карту, диаграмму разброса, стратификацию, контрольный листок, диаграмму Исикавы (Ишикавы). Для применения этих инструментов не требуется глубокое знание математической статистики, а потому сотрудники легко осваивают инструменты контроля качества в ходе непродолжительного и простого обучения.

Далеко не всегда информация, характеризующая объект может быть представлена в виде параметров, имеющих количественные показатели. В таком случае для анализа объекта и принятия управленческих решений приходится использовать качественные показатели.

Инструменты управления качеством – это методы, которые в основе своей используют качественные показатели об объекте (продукции, процессе, системе). Они позволяют упорядочить такую информацию, структурировать ее в соответствии с некоторыми логическими правилами и при-

менять для принятия обоснованных управленческих решений. Наиболее часто инструменты управления качеством находят применение при решении проблем, возникающих на этапе проектирования, хотя могут применяться и на других этапах жизненного цикла.

Инструменты управления качеством содержат такие методы как диаграмма сродства, диаграмма связей, древовидная диаграмма, матричная диаграмма, сетевой график (диаграмма Ганта), диаграмма принятия решений (PDPC), матрица приоритетов. Также эти инструменты называют – семь новых инструментов контроля качества. Эти инструменты качества были разработаны союзом японских ученых и инженеров в 1979 г. Все они имеют графическое представление и потому легко воспринимаемы и понятны.

Инструменты анализа качества – это группа методов, применяемая в менеджменте качества для оптимизации и улучшения продукции, процессов, систем. Наиболее известные и часто используемые инструменты анализа качества – функционально-физический анализ, функционально-стоимостной анализ, анализ причин и последствий отказов (FMEA - анализ). Эти инструменты качества требуют от сотрудников организации большей подготовки, чем инструменты контроля и управления качеством. Часть инструментов анализа качества оформлены в виде стандартов и являются обязательными для применения в некоторых отраслях промышленности (в том случае, если организация внедряет систему качества).

Инструменты проектирования качества – это сравнительно новая группа методов, применяемая в менеджменте качества с целью создания продукции и процессов, максимально реализующих ценность для потребителя. Из названия этих инструментов качества видно, что применяются они на этапе проектирования. Некоторые из них требуют глубокой инженерной и математической подготовки, некоторые могут быть освоены за достаточно короткий период времени. К инструментам проектирования качества относятся, например – развертывание функций качества (QFD), теория решения изобретательских задач, бенчмаркинг, метод эвристических приемов.

3.1. Инструменты контроля качества

3.1.1. Диаграмма причина-результат

Диаграмма причина-результат – это метод анализа разветвленности (детализации) процесса. Цель диаграммы – соотнести причины с результатами (следствиями). Она также известна как диаграмма Исикавы и «рыбий скелет» (так как законченная диаграмма напоминает рыбий скелет). Это один из наиболее широко используемых инструментов среди так

называемых семи простых методов контроля качества. Этот инструмент легко изучить людям на всех уровнях организации и сразу же применить.

Существуют три основных типа диаграмм причина – результат: анализ разветвленности (детализации) процесса, классификация производственного процесса и перечисление причин.

На рис. 3.1 показан основной вид диаграммы. Имеет место иерархия взаимоотношений результатов (следствий) с главными причинами и их последующую связь с подпричинами. Например, главная причина А непосредственно связана с результатом. Каждая из подпричин упорядочена по уровню своего влияния на главную причину.

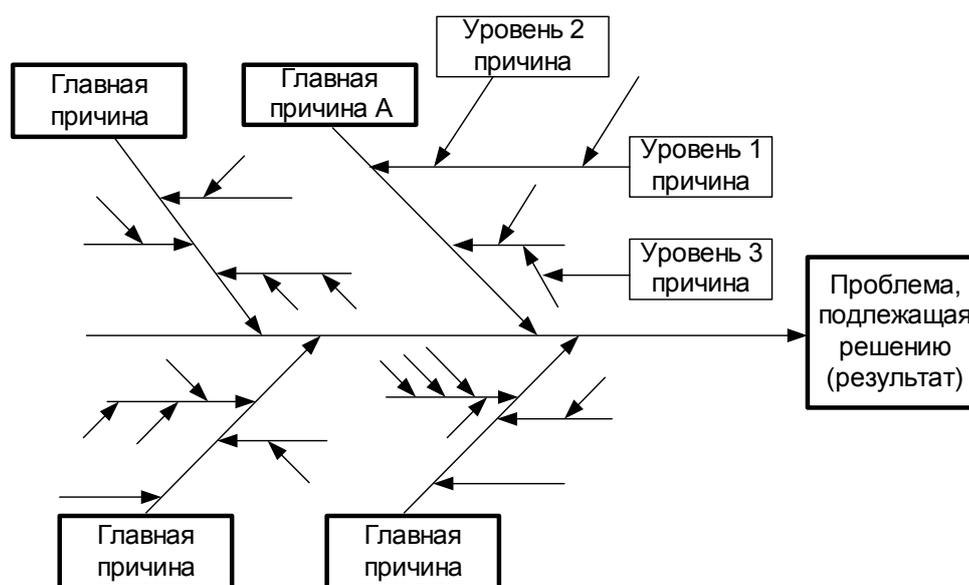


Рис. 3.1. Основной вид причинно-следственной диаграммы

Несмотря на то, что диаграмму причина-результат можно разработать в индивидуальном порядке, лучше, когда она используется командой. Одно из наиболее ценных свойств этого инструмента – он превосходно содействует проведению мозгового штурма.

3.1.2. Контрольные карты

В 1926 г. Уолтер Шухарт из Bell Labs разработал способ извлечения данных из процесса, позволяющий нам сказать, соответствуют ли вариации процесса стабильному распределению, трансформировать это распределение в нормальную форму и оценить его среднее значение и стандартное отклонение. Обычно контрольные пределы устанавливаются так, чтобы для стабильного распределения, превышающие их изделия составляли только 0,26 %. Любые изделия, произведенные за границами этих контрольных пределов, указывают, что распределение изменилось. Шухарт нашел причины, которые приводят к изменению распределения, но он не

смог обнаружить причины вариаций внутри распределения. Он предположил теоретически, что вариации внутри распределения вызываются случайными или необнаруживаемыми (обычными) причинами, а изменения в распределении вызываются определенными (особыми) причинами.

Разработан ряд методов обнаружения как обычных, так и особых причин вариаций. Чаще всего применяемый среди них – метод многомерных вариаций. Хотя контрольные карты теперь не используются для решения вопроса, можно или нельзя улучшить процесс, они могут снизить число лишних наладок, сообщая оператору, когда процесс надо поднастраивать, а когда его не стоит трогать (рис. 3.2). Они также сообщают нам, когда процесс достаточно хорош, чтобы мы могли направить наши ресурсы по совершенствованию на более неотложные дела.

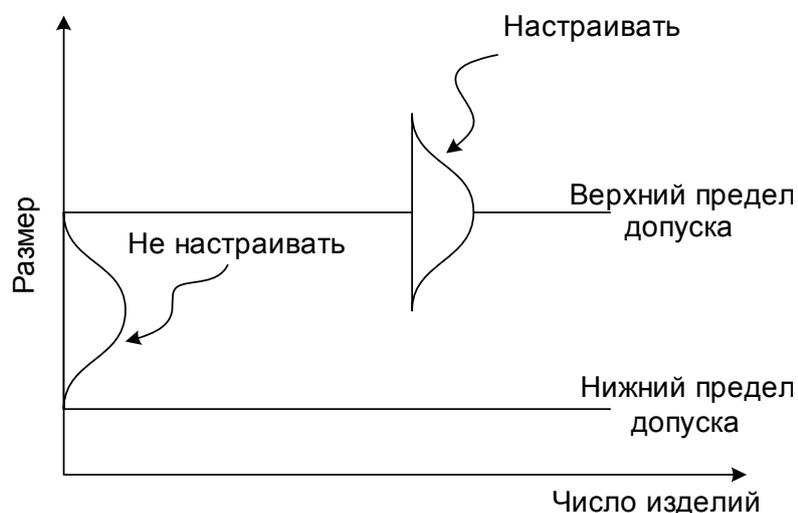


Рис. 3.2. Общий вид контрольной карты

В целом, если распределение уже поля допусков и находится внутри его, процесс не требует наладки. Если распределение изменяется так, что, по крайней мере, часть его выходит за пределы поля допуска, то процесс требует немедленной наладки, или будет произведена дефектная продукция, что показано на рис. 3.2.

После получения хороших контрольных пределов мы можем периодически извлекать подгруппы и наносить их среднее и размах на соответствующие карты. Если среднее выходит за границу любую из контрольных пределов, распределение либо сместилось, либо стало шире. Если размах выходит за границу любого из контрольных пределов, распределение изменило свою ширину. В любом случае, процесс нестабилен, и о нем говорят, что он неуправляем. Особую причину надо обнаружить и исключить или сделать управляемой, чтобы управлять этим распределением. Контрольные карты могут только предупредить нас о наличии особой причины вариаций. Они не очень хороши для поиска этих причин и не

могут их исключить или ими управлять. Для этого инженеры и операторы должны использовать другие инструменты.

3.1.3. Контрольные листки

Контрольный листок – это простая форма для записи данных – разработана специально для легкой интерпретации содержащихся в ней результатов. Пример простого контрольного листка для записи температуры некоторого производственного процесса демонстрирует рис. 3.3. Форма была разработана так, чтобы позволить оператору вводить значения температур на температурной сетке в зависимости от времени. Благодаря этому, форма делает больше, чем просто обеспечивает запись данных – она позволяет одновременно анализировать тенденции, присущие данным.



Рис. 3.3. Контрольный листок фиксации температуры

Бланки также используются для сбора данных. В отличие от контрольных листков, здесь данные записываются просто в таблицу или в столбик (рис. 3.4). Некоторые небольшие объемы данных – цифры, слова, значки (например, крестики X) – ставятся на свободных местах листка. В результате, как правило, после сбора данных необходима дополнительная их обработка, чтобы получить инструмент, нужный для анализа.

Проверочный список содержит пункты, важные или относящиеся к конкретной проблеме или ситуации. Проверочные списки используются в рабочих условиях, чтобы гарантировать, что все важные шаги или действия предприняты. Хотя законченные проверочные списки могут анализироваться командой совершенствования качества, их исходное предназначение – руководство операциями, а не сбор данных. Следовательно, проверочные списки более привычно используются для корректирующей деятельности и для тех фаз решения проблем, какие должны поддерживать улучшения; они представляют собой составную часть решения (проблем).

Бланки и проверочные списки просты и мало нуждаются в объяснениях; контрольные листки, как правило, реже используются.

ДЕТАЛИ, ЗАМЕНЁННЫЕ В ЛАБОРАТОРИИ	
Отметьте каждую заменённую деталь. Отмечайте следующим образом: / // /// //// /////	
Период времени от 22 до 27 февраля 2003 г.	
Техник-ремонтник: Иванов	
ТЕЛЕВИЗИОННЫЙ ПРИЁМНИК, модель 1013	
Интегральные схемы	///
Конденсаторы	/// // // // // //
Резисторы	//
Трансформаторы	////
Переключатели	
ЭЛТ	/
ТЕЛЕВИЗИОННЫЙ ПРИЁМНИК, модель 1017	
Интегральные схемы	////
Конденсаторы	/// // // // // //
Резисторы	/
Трансформаторы	//
Переключатели	/// // // //
ЭЛТ	/
ТЕЛЕВИЗИОННЫЙ ПРИЁМНИК, модель 1019	
Интегральные схемы	/
Конденсаторы	/// // // // //
Резисторы	/
Трансформаторы	//
Переключатели	
ЭЛТ	/

Рис. 3.4. Бланк для сбора данных

3.1.4. Диаграмма рассеяния

Часто случаются ситуации, когда есть данные, которые могут быть соотнесены с некоторыми характеристиками продукции или другими данными. Эти данные могут относиться к процессу производства, обслуживания или административным источникам. Например, мы хотим узнать,

можно ли по толщине картона предсказать его способность противостоять проколам при использовании или влияет ли накопившаяся невыполненная работа на число ошибок при вводе данных в компьютер. Подобные связи могут быть оценены без математики с помощью диаграмм рассеяния. На графике каждая ось используется для одного из двух наборов сравниваемых данных. Ось y обычно резервируют для характеристики, которую мы хотели бы предсказать, например, для прочности картона на разрыв или для числа ошибок. Ось x – для той переменной, которую мы используем для предсказания, например, толщина картона или объем накопившейся невыполненной работы

На рис. 3.5-3.8 можно увидеть, что возможны различные степени соотношения одних данных с другими.

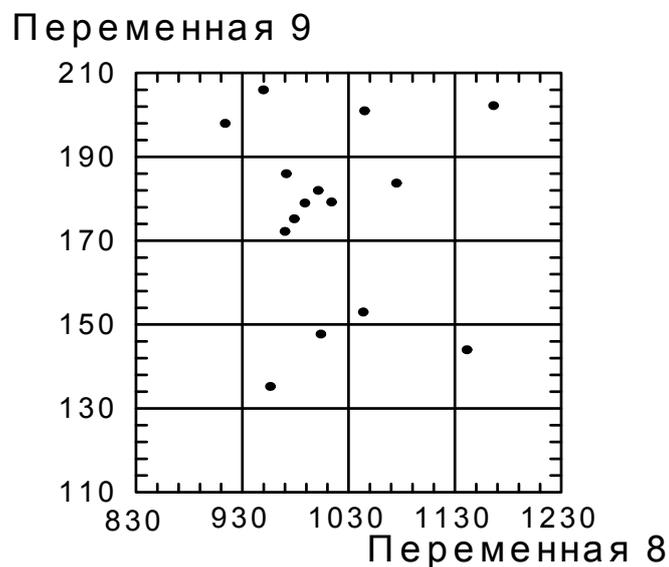


Рис. 3.5. Диаграмма рассеяния

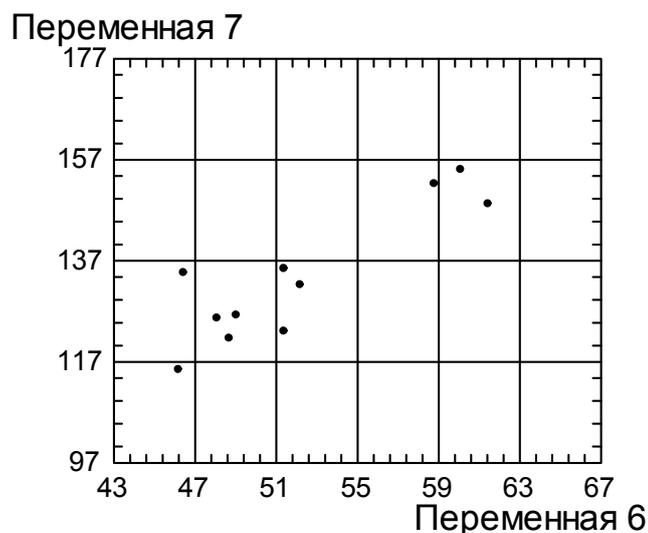


Рис. 3.6. Диаграмма рассеяния

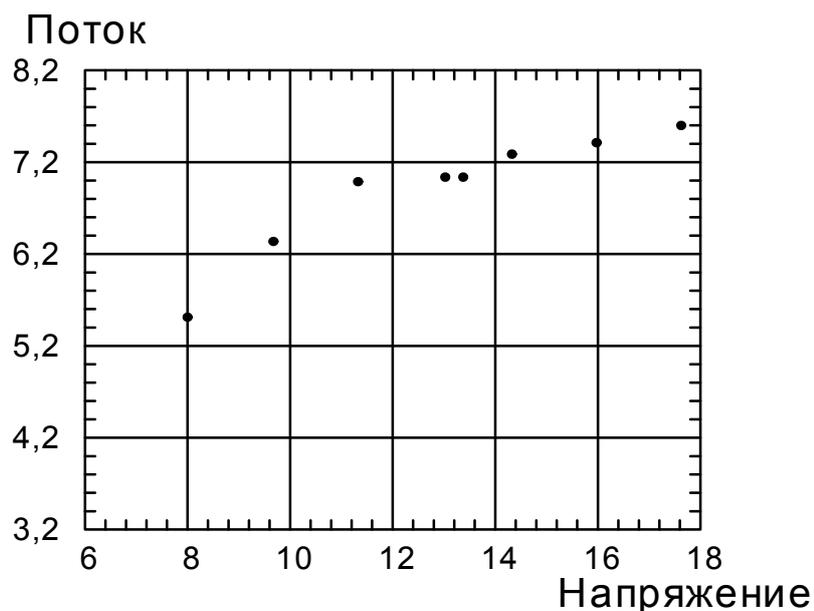


Рис. 3.7. Диаграмма рассеяния

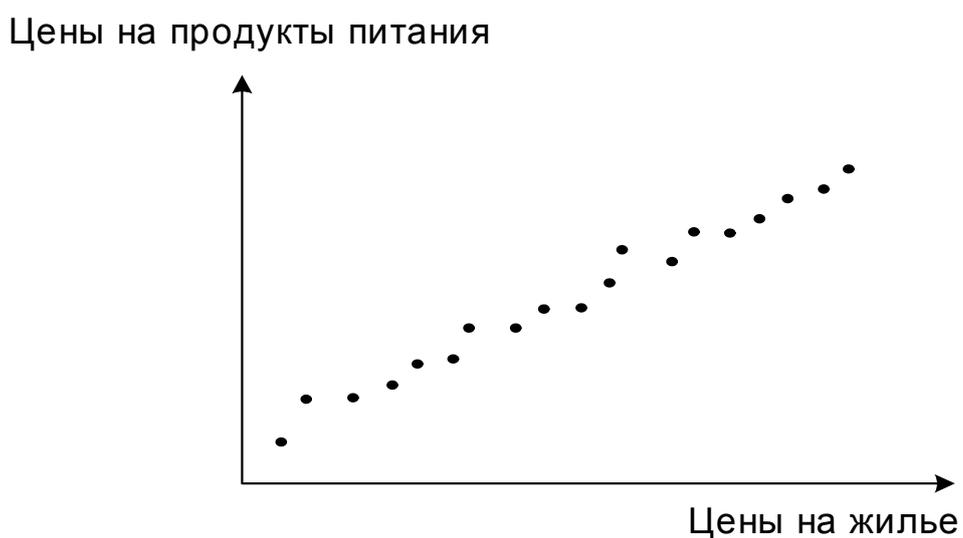


Рис. 3.8. Диаграмма рассеяния

Однако важно заметить, что если две переменные кажутся связанными, это не означает, что они таковыми являются. Возможно, существуют и другие причины того, что две переменные кажутся связанными. На рис. 3.8 видно, что цена продуктов питания и стоимость жилья связаны друг с другом, но на деле обе эти величины связаны с инфляцией или с ростом стоимости производства.

Точно так же, только лишь существование очевидной графической связи между двумя переменными еще не означает, что изменение одной из них приводит к изменению другой.

3.1.5. Диаграмма Парето

В деятельности фирм, предприятий постоянно возникают всевозможные проблемы, решению которых может способствовать использование диаграммы Парето: трудности с оборотом кредитных сумм, с освоением новых правил принятия заказов; появление брака, неполадок оборудования; удлинение времени от выпуска партий изделий до ее сбыта; наличие на складах продукции, лежащей «мертвым грузом»; поступление рекламаций, количество которых не уменьшается невзирая на старания повысить качество; задержка сроков поставок исходного сырья и материалов и т.д.

Диаграмма Парето используется и в противоположном случае, когда положительный опыт отдельных цехов или подразделений хотят внедрить на всем предприятии. С помощью диаграммы Парето выявляют основные причины успехов и широко пропагандируют эффективные методы работы.

При использовании диаграммы Парето для контроля важнейших факторов наиболее распространенным методом анализа является так называемый ABC-анализ. Допустим: на складе находится большое число деталей – 1000, 3000 и более. Проводить контроль всех деталей одинаково, без всякого различия, очевидно, неэффективно. Если же эти детали разделить на группы, допустим, по их стоимости, то на долю группы наиболее дорогих деталей, составляющих 20-30 % от общего числа хранящихся на складе деталей, придется 70-80 % от общей стоимости всех деталей, а на долю группы самых дешевых деталей, составляющей 40-50 % от всего количества деталей, придется всего 5-10 % от общей стоимости.

Назовем первую – группой А, вторую – группой С. Промежуточную группу, стоимость которой составляет 20-30 % от общей стоимости, назовем группой В. Теперь ясно, что контроль деталей на складе будет эффективным в том случае, если контроль деталей группы А будет самым жестким, а контроль деталей группы С – упрощенным.

Такой анализ широко применяется для контроля складов, клиентуры, денежных сумм, связанных со сбытом, и т.д.

Диаграмма Парето для решения таких проблем, как появление брака, неполадки оборудования, контроль деталей на складах и т.д., строится в виде столбчатого графика. Диаграмма составляется не в одном варианте. Рекомендуется составлять несколько вспомогательных диаграмм, входящих в состав группы А, с тем чтобы, последовательно анализируя их, в конечном итоге составить отдельную диаграмму Парето для конкретных явлений недоброкачества.

На рис. 3.9 изображены диаграммы Парето: а – в которой конкретно рассматриваются детали; б – в которой отражаются явления дефектности в детали, обозначенной единицей в кружке 1; в – в которой отражаются причины одного конкретного дефекта.

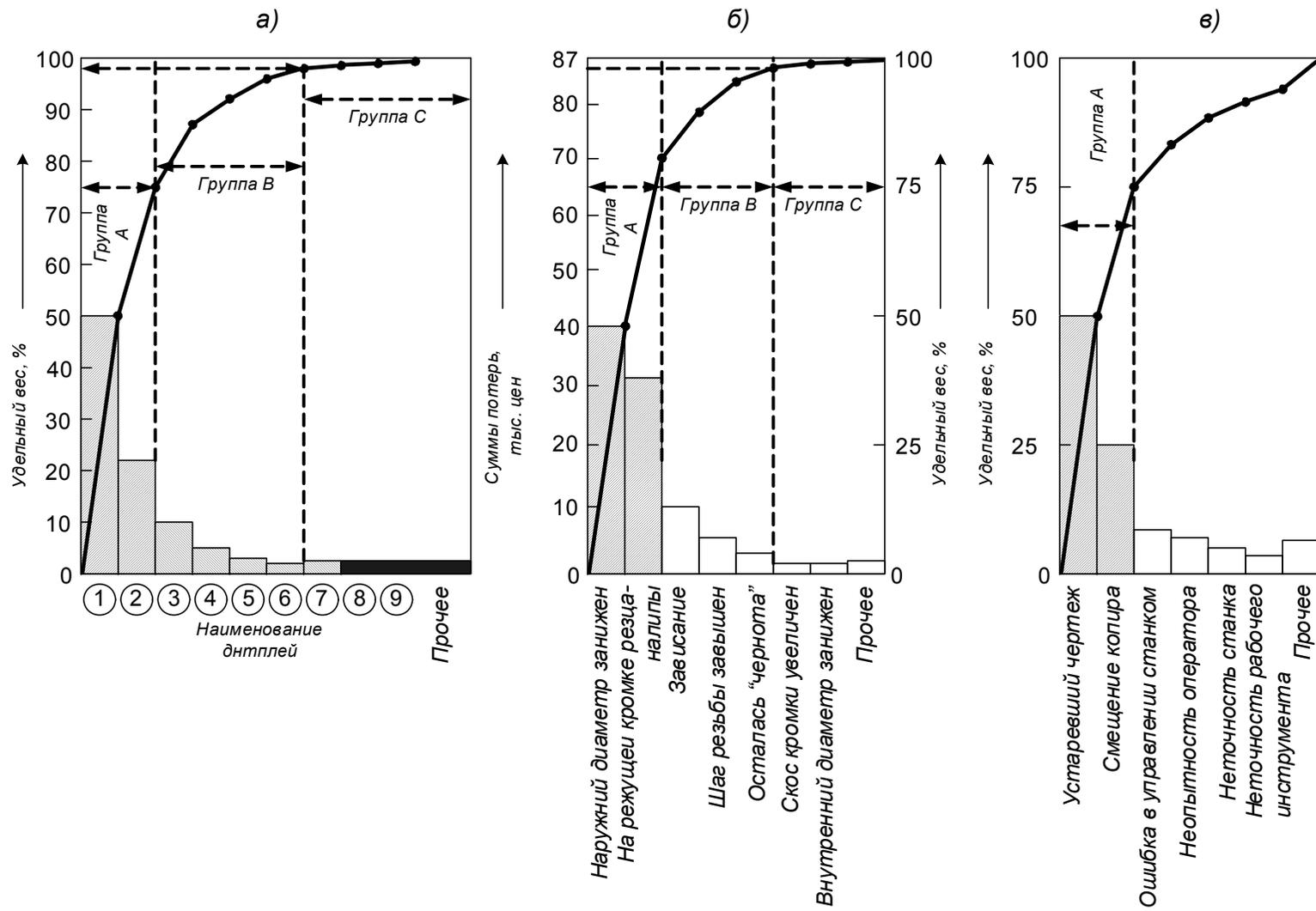


Рис. 3.9. Диаграмма Парето

Диаграмму Парето целесообразно применять вместе с причинно-следственной диаграммой. Чтобы решить очень серьезную проблему, связанную с низким качеством изделия, необходимо уяснить сущность явления по каждому конкретному виду дефекта.

3.1.6. Гистограмма

Гистограмма – позволяет оценить состояние качества. Гистограмма представляет собой столбчатый график, построенный по полученным за определенный период (час, неделю, месяц) данным, которые разбиваются на несколько интервалов. Число данных, попавших в каждый из интервалов (частота), выражается высотой столбика.

Гистограмма применяется главным образом для анализа значений измеренных параметров, но может использоваться и для расчетных значений. Благодаря простоте построения и наглядности гистограммы нашли применение в различных областях:

– для анализа сроков получения заказа (за контрольный норматив принимается срок поставки согласно договору);

– для анализа времени реагирования группы обслуживания от момента получения заявки от клиента, времени обработки рекламации от момента ее получения и т.д.;

– для анализа значений показателей качества, таких как размеры, масса, механические характеристики, химический состав, выход продукции и т.д. при контроле готовой продукции, при приемочном контроле, при контроле процесса в самых разных сферах деятельности;

– для анализа чистого времени операций, времени износа режущей поверхности и т.д.;

– для анализа числа бракованных изделий, числа дефектов, числа поломок и т.д.

Полученная в результате анализа гистограммы информация может быть легко использована для построения и исследования причинно-следственной диаграммы, что повысит обоснованность мер, намеченных для улучшения процесса. Пример построенной гистограммы представлен на рис. 3.10.

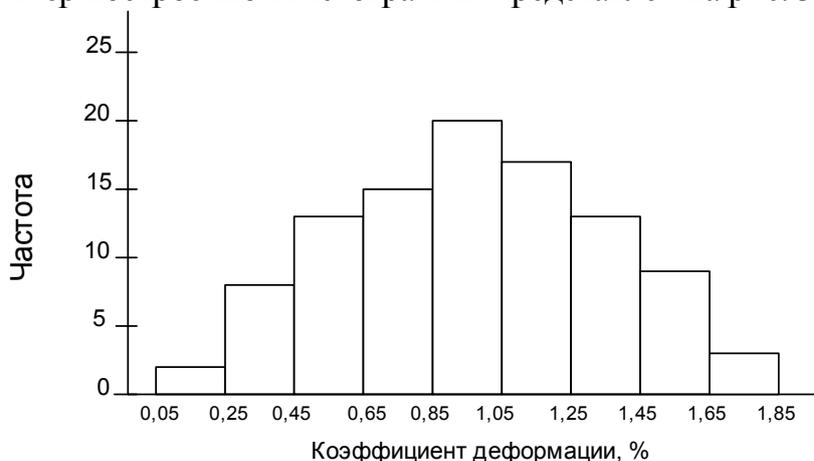


Рис. 3.10. Гистограмма

3.2. Новые инструменты управления качеством

Большинство простых инструментов основано на анализе численных данных. Это вполне соответствует принципу менеджмента качества: «Принятие решений, основанных на фактах».

Однако факты не всегда бывают численными по своей природе. Принятие решений в этом случае должно базироваться :

- на знании закономерностей поведения людей (поведенческой науки);
- на знании операционного анализа;
- на знании статистики;
- на знании теории оптимизации.

В связи с этим был разработан очень полезный набор инструментов, позволяющих облегчить решение проблем управления качеством при анализе различного рода фактов, представленных преимущественно не в численной, а в какой-либо другой форме, например, в виде словесных (устных) описаний.

Информацию, представленную в виде словесных (устных) описаний, часто называют вербальной информацией.

Эти инструменты получили название «восемь новых инструментов управления качеством». К этим новым восьми инструментам относятся :

- мозговая атака (штурм, осада) (brainstorming);
- диаграмма сродства (affinity diagram);
- диаграмма (график) связей (interrelationship diagram);
- древовидная диаграмма, или дерево решений (tree diagram);
- матричная диаграмма, или таблица качества (matrix diagram or quality table);
- стрелочная диаграмма (arrow diagram);
- поточная диаграмма процесса (flow chart) и диаграмма процесса осуществления программы (process decision program chart – PDPC);
- матрица приоритетов (анализ матричных данных) (matrix data analysis).

Восемь новых инструментов являются частью методологии решения проблем, рассматриваемой в теории TQM. Эти инструменты наиболее успешно могут быть использованы в рамках групповой работы в командах, создаваемых в организациях для поиска и выработки решения проблем качества.

Сбор исходных данных для новых инструментов управления качеством обычно осуществляют с применением так называемых «мозговых атак» (штурмов и осад). После проведения мозговой атаки собранные данные анализируют, группируют и, на основе их использования, составляют различные диаграммы в соответствии с рекомендациями для рассматриваемых ниже новых инструментов управления качеством.

3.2.1. «Мозговая атака» (штурм, осада) и «атака разносом»

«Мозговая атака» используется для идентификации возможных причин неудач и потенциальных возможностей улучшения качества. Мозговая атака была придумана А.Ф. Осборном в США и может быть широко использована не только при построении причинно-следственных диаграмм (диаграмм Исикавы) типа «рыбий скелет», но и в процессе использования большинства «новых» и «новейших» инструментов управления качеством.

Задачей мозговой атаки является не допустить исключения из поля зрения возможных причин брака или путей улучшения качества. Процедура «мозговой атаки» длится 1–1,5 часа.

«Мозговой штурм», в отличие от «мозговой атаки» длится 3–4 часа (половина рабочего дня). «Мозговая осада» – от одного до нескольких рабочих дней.

«Атака разносом», как это следует из ее названия, направлена на критический анализ, например, подготовленного проекта. При «атаке разносом» все внимание коллектива должно быть направлено исключительно на поиск имеющихся недостатков предмета анализа, высказывание положительных отзывов и какая-либо поддержка запрещены. Во избежание психологических срывов и душевных травм, нежелательно присутствие авторов проекта при анализе результатов их работы с применением «атаки разносом».

3.2.2. Диаграмма сродства

Эта диаграмма служит для определения причин нарушения процесса и их систематизации для облегчения поиска мер, направленных на их исключение. Например, важной задачей для фирмы является нахождение правильных методов осуществления научных исследований и разработок с учетом условий, складывающихся в современном обществе в «эпоху высокоэффективных технологий». При этом важным оказывается вопрос, как изменить существующую систему обеспечения качества, чтобы она соответствовала новым требованиям. Каждая такая тема характеризуется множеством словесных данных. Диаграмма сродства представляет собой метод систематизации основных проблем, требующих решения, подобранных по принципу сродства того количества словесных данных, которое относится к этим проблемам.

Принципы создания диаграммы сродства и определения основных нарушений процесса с целью принятия мер по их устранению приведены на рис. 3.11. Как видно из рисунка, диаграмма сродства является творческим средством организации больших количеств устных данных, таких как идеи, пожелания потребителей или мнения групп, участвующих в обсуждаемой проблеме по принципу сродства различных данных, и иллюстрирует скорее ассоциации, чем логические связи.

Создавать диаграмму средства предпочтительнее группой. Опыт показывает, что удобно использовать группу, состоящую из 6-8 человек, имеющих предварительный опыт совместной работы.

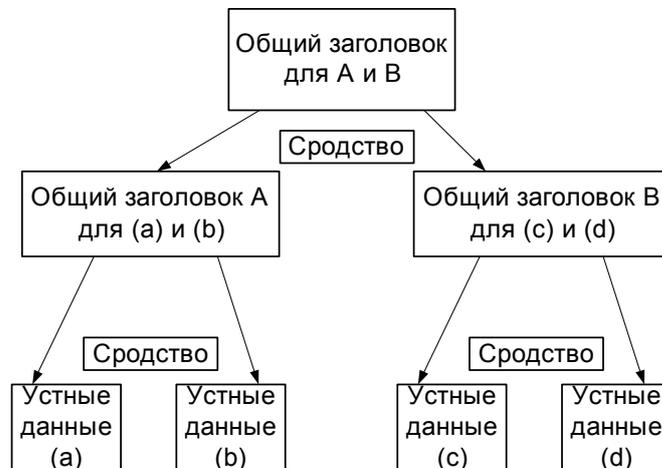


Рис. 3.11. Принцип построения диаграммы средства

3.2.3. Диаграмма связей

Диаграмма служит инструментом, позволяющим выявить логические связи, между основной идеей или различными данными.

Задачей этого инструмента управления служит установление соответствия основных причин нарушения процесса, с использованием диаграммы средства, тем проблемам, которые требуют решения.

Следует отметить, что есть некоторое сходство между диаграммой связей и причинно-следственной диаграммой.

Так же, как и для диаграммы средства, работа над диаграммой связей должна проводиться в соответствующих группах. Важным является то, что исследуемый предмет должен быть сначала определен. Основные причины, требуемые для работы, можно сгенерировать, например, из диаграммы средства или причинно-следственной диаграммы (рис. 3.12).

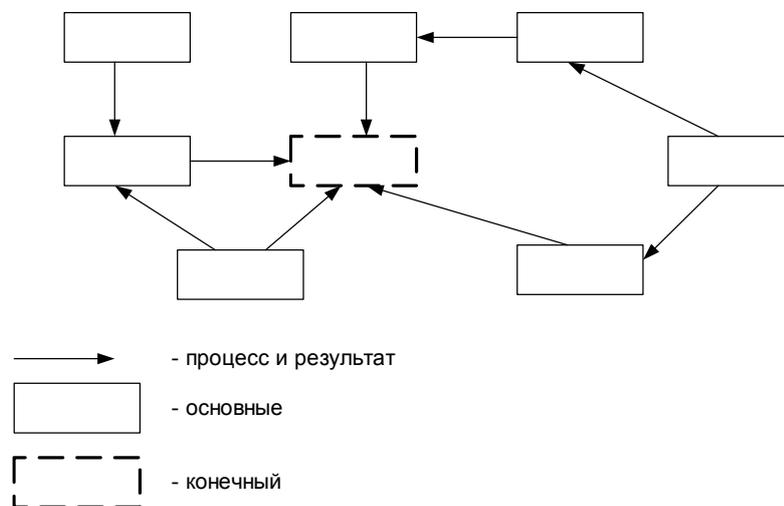


Рис. 3.12. Принципы построения диаграммы связей

3.2.4. Древоподобная диаграмма

Эта диаграмма используется в качестве метода системного определения оптимальных средств решения возникших проблем и строится в виде многоступенчатой древоподобной структуры, элементами которой являются различные средства и способы решения.

Принцип построения древоподобной диаграммы иллюстрируется на рис. 3.13.

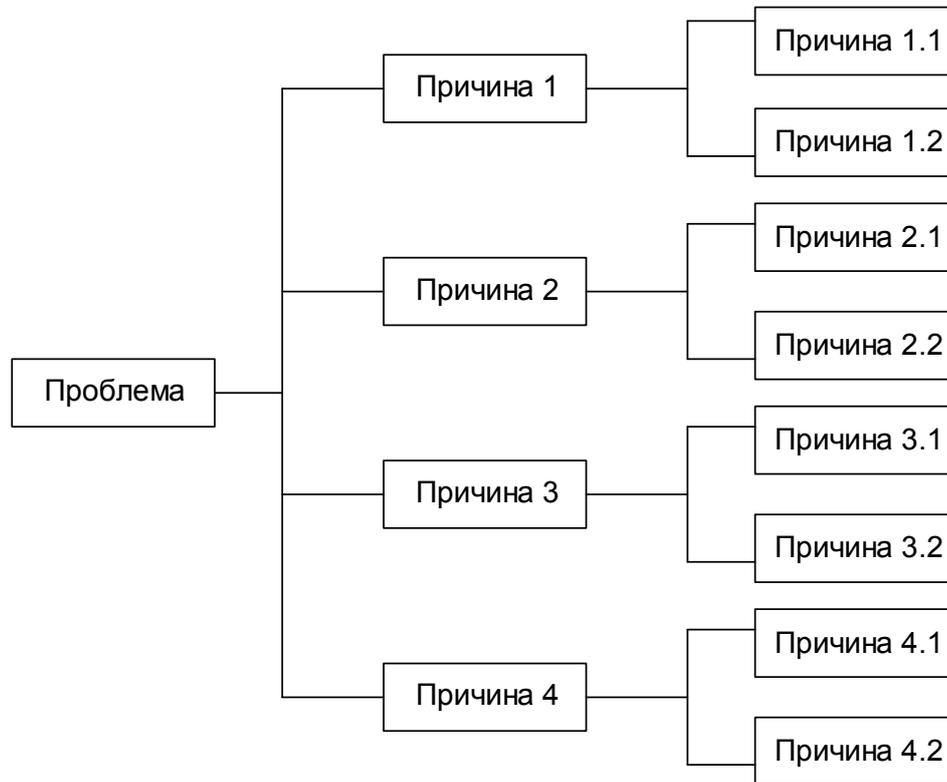


Рис. 3.13. Принцип построения древоподобной диаграммы

Древоподобная диаграмма может использоваться, например, в таких случаях:

- Когда неясно сформированные пожелания потребителя в отношении продукта преобразуются в пожелания потребителя на управляемом уровне.
- Когда необходимо исследовать все возможные части, касающиеся проблемы.
- Когда краткосрочные цели должны быть достигнуты раньше результатов всей работы, т.е. на этапе проектирования.

3.2.5. Матричная диаграмма

Матричная диаграмма (таблица качества) – инструмент выявления важности различных связей. Такие матричные диаграммы (таблицы качества) часто называют сердцем «семи новых инструментов управления качеством» и QFD-методологии (дома качества).

Таблицу качества используют для такой организации и представления большого количества данных (элементов), чтобы графически проиллюстрировать логические связи между различными элементами с одновременным отображением важности (силы) таких связей.

Цель матричной диаграммы – табличное представление логических связей и относительной важности этих связей между большим количеством словесных описаний, имеющих отношение:

- к задачам (проблемам) качества;
- к причинам проблем качества;
- к требованиям, установленным и предполагаемым потребностям потребителей;
- к характеристикам и функциям продукции;
- к характеристикам и функциям процессов;
- к характеристикам и функциям производственных операций и оборудования.

Матричная диаграмма выражает соответствие определенных факторов (и явлений) различным причинам их проявления и средствам устранения их последствий, а также показывает степень (силу) зависимости этих факторов от причин их возникновения и/или от мер по их устранению.

Целью матричной диаграммы является также изображение контура связей и корреляций между задачами, функциями и характеристиками с выделением их относительной важности. Такие матричные диаграммы называются матрицами связей.

На рис. 3.14 приведен пример матрицы связей.

A	B					
	b1	b2	b3	b4	b5	b6
a1			△			
a2						⊙
a3			⊙			
a4						○
a5		○				
a6						

a1, a2, ..., b1, b2, ... - компоненты исследуемых объектов A и B, которые характеризуются различной теснотой связей:
 ⊙ - сильные, ○ - средние, △ - слабые

Рис. 3.14. Матрица связей

3.2.6. Стрелочная диаграмма

Стрелочная диаграмма используется на этапе составления оптимальных планов тех или иных мероприятий после того, как определены проблемы, требующие решения, намечены необходимые меры, определены сроки и размечен ход осуществления запланированных мер, т.е. после составления первых четырех диаграмм.

Этот инструмент используется для обеспечения уверенности, что планируемое время выполнения всей работы и отдельных ее этапов по достижению конечной цели является оптимальным. Этот инструмент широко применяется не только при планировании, но и для последующего контроля за ходом выполнения запланированных работ. Особенно широко этот инструмент применяется при разработке различных проектов и планировании производства. Традиционным методом такого планирования является метод, использующий стрелочную диаграмму либо в виде так называемой диаграммы Ганта (Gantt), либо в виде сетевого графика (рис. 3.15).

№ п/п	Операция	Месяцы											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Фундамент	→											
2	Остов		→										
3	Леса			→									
4	Внешняя отделка дома				→								
5	Интерьер стен					→							
6	Водопровод						→						
7	Электрические работы							→					
8	Двери и окна								→				
9	Покраска внутренних стен									→			
10	Окончание внутренней отделки										→		
11	Конечная инспекция и сдача											→	

Рис. 3.15. Планирование постройки дома в течение 12 месяцев

На рис. 3.16 приведен сетевой график по выполнению той же задачи (возведение дома).

Цифры, стоящие в узлах графа, соответствуют порядковому номеру операции, приведенной на рис. 3.15. При этом конечная операция, соответствующая «конечной инспекции и сдаче дома», на рис. 3.16 разбита на две операции: 11 – конечная инспекция и 12 – сдача дома.

Цифры, стоящие под стрелками сетевого графа, соответствуют продолжительности (числу месяцев) выполнения операции, номер которой указан в узле графа, из которого исходит стрелка.

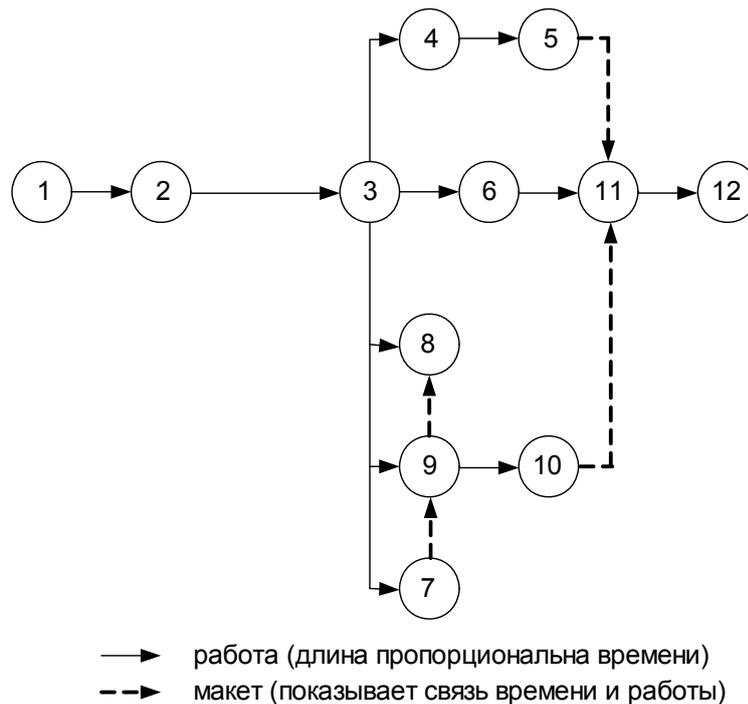


Рис. 3.16. Сетевой график постройки дома

Применение этого инструмента рекомендуется после того, когда выявлены проблемы, требующие решения, определены необходимые меры, средства, сроки и этапы их осуществления, т.е. после использования хотя бы одного из рассмотренных выше инструментов:

- диаграммы средства;
- диаграммы связей;
- древовидной диаграммы;
- матричной диаграммы.

3.2.7. Диаграмма процесса осуществления программы

Этот инструмент представляет собой графическое представление этапов процесса, удобное для исследования возможностей улучшения за счет накопления подробных сведений о фактическом протекании процесса. Рассматривая связь различных этапов процесса друг с другом, часто удается выявить потенциальные источники неприятностей. Диаграмма применяется для оценки сроков и правильности осуществления программы и возможности корректирования тех или иных мероприятий в ходе их выполнения в соответствии со стрелочной диаграммой в случаях решения сложных проблем в области научных разработок, в области производства при хроническом появлении брака, при получении крупных заказов со стороны и т.д. В этом случае вначале составляют программу и, если на промежуточных этапах ее реализации возникнут отклонения от намеченных пунктов, сосредотачивают внимание на мероприятиях, приводящих процесс в соответствие с программой. В тех случаях, когда в ходе выпол-

нения программы складывается непредвиденная ситуация, которую совершенно нельзя было учесть заранее, необходимо составить новую программу, лишенную прежних недостатков.

В работах по корректированию процесса должны участвовать не только непосредственные исполнители, но и другие лица и подразделения, имеющие отношение к этой области. Это позволяет не упустить время и добиться наибольшего эффекта в реализации планов. На рис. 3.17 приведен пример диаграммы PDPC.

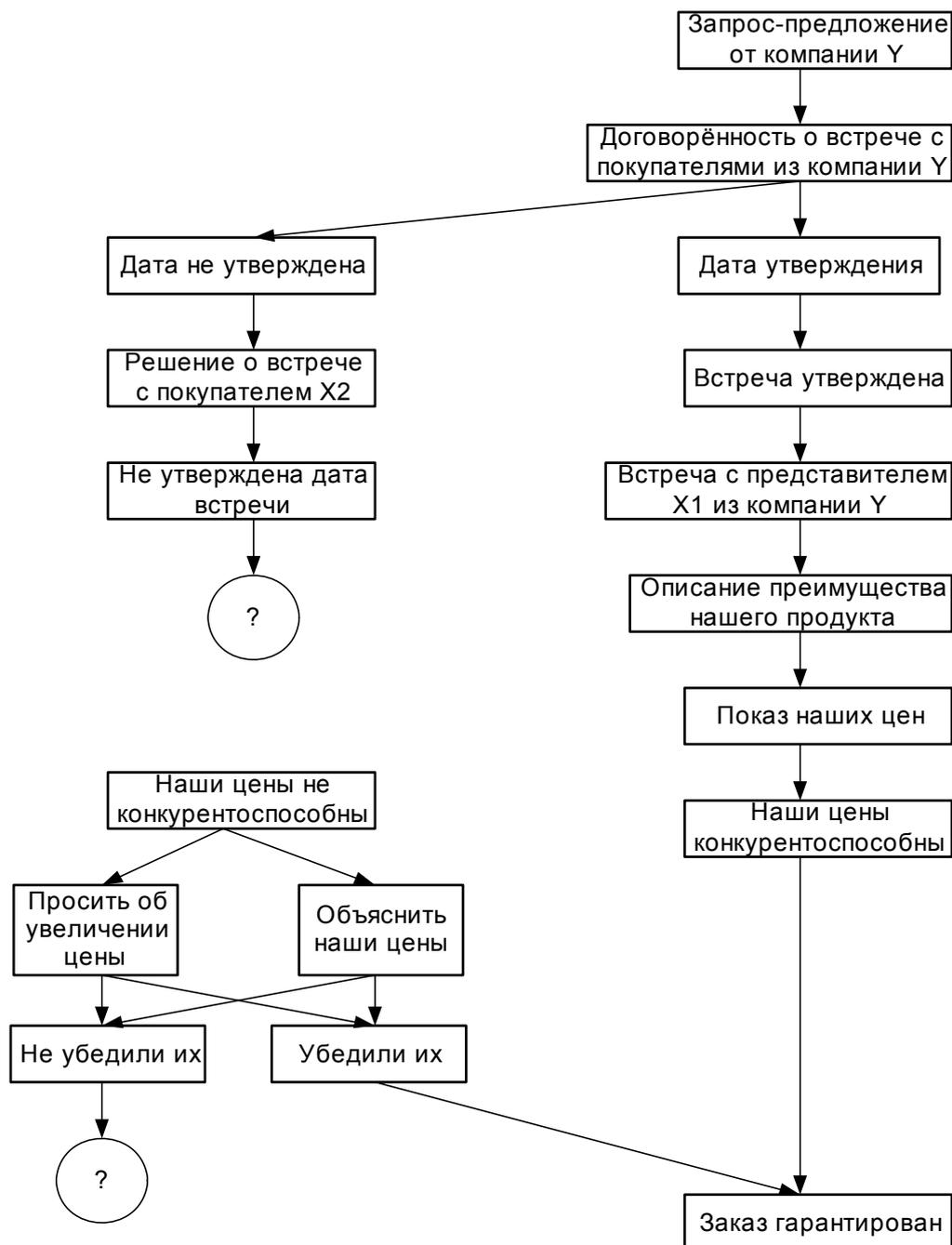


Рис. 3.17. Диаграмма процесса, позволяющего осуществить программу обеспечения получения гарантированного заказа

В русскоязычном переводе ИСО 9004-4:93 этот инструмент назван «карта технологического процесса». Карты технологического процесса могут применяться ко всем аспектам любого процесса, начиная с этапа маркетинговых исследований и вплоть до этапов продажи, а затем монтажа и обслуживания продукции у потребителя. Согласно ИСО 9004-4:93, такая карта используется :

- либо для описания существующего процесса;
- либо при разработке нового процесса.

Поточные диаграммы процессов PDPC-диаграммы широко используются при решении сложных проблем в области научно-исследовательских работ, при проектировании и разработке новых видов продукции, при выполнении крупных производственных заказов и т.п.

3.2.8. Анализ матричных данных

Матрица приоритетов – инструмент для обработки большого количества числовых данных, полученных при построении матричных диаграмм (таблиц качества), имеющий целью выявление приоритетных данных.

Рассматриваемый здесь инструмент требует серьезных статистических знаний. Поэтому матрица приоритетов (анализ матричных данных) применяется значительно реже, чем рассмотренные выше инструменты управления качеством. Анализ матричных данных соответствует методу анализа составляющих, типичным примером которого является метод многофакторного анализа. Пример представления результатов анализа матричных данных представлен на рис. 3.18.

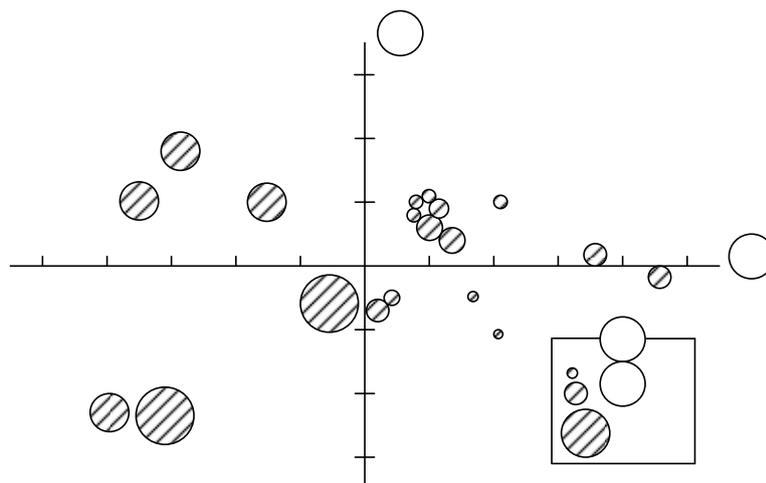


Рис. 3.18. Пример представления результатов анализа матричных данных «Оценка вклада составляющих» 9 факторов в брак литейных изделий:
 1 – составляющие 1-го порядка важности; 2 – составляющие 2-го порядка важности; 3 – обозначения; 4 – процент брака

Анализ матричных данных базируется на компьютерном анализе числовых данных, представляемых большим числом матричных диаграмм, и, как видно на примере рис. 2.23, является перспективным методом систематизации.

3.3. Инструменты проектирования качества

3.3.1. Развертывание функции качества

Развертывание функции качества (Quality Function Deployment – QFD) – это методология систематического и структурированного преобразования пожеланий потребителей (уже на ранних (первых) этапах петли качества) в требования к качеству продукции, услуги и/или процесса. QFD-методология представляет собой оригинальную японскую разработку. В соответствии с этой методологией, пожеланиям (установленным и предполагаемым потребностям) потребителей, с помощью матриц (рис. 3.19) ставятся в соответствие подробно изложенные технические параметры (характеристики) продукции и цели ее проектирования. Представленную структуру (состоящую из нескольких таблиц-матриц), используемую в рамках QFD-методологии, из-за ее формы называют «Дом качества» (Quality House).

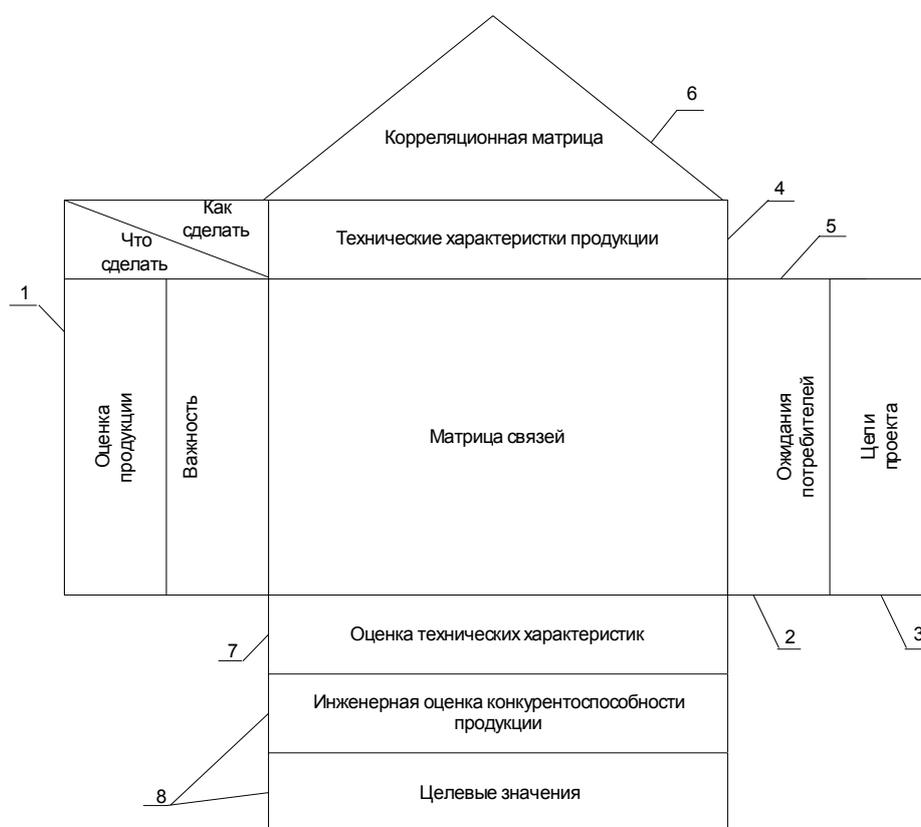


Рис. 3.19. Базовая структура QFD-диаграммы (дома качества) и цели ее проектирования

QFD-методология используется для обеспечения лучшего понимания ожиданий потребителей при проектировании, разработке и совершенствовании продукции, услуг и процессов с применением все большей и большей ориентации на установленные и предполагаемые потребности потребителей

Представленную на рис. 3.19 структуру, состоящую из нескольких таблиц-матриц), используемую в рамках QFD-методологии, из-за ее формы называют «домом качества» (quality house)).

Сначала важные (необходимые, критические) пожелания потребителей с помощью первого «дома качества» преобразовываются в детальные технические характеристики продукции, а затем (посредством трех последующих «домов качества», представленных на рис. 3.20) – в детальные технические требования, сначала к характеристикам компонентов продукции, потом – к характеристикам процессов и, в конце концов, как к способам контроля и управления производством, так и к оборудованию для осуществления этого производства. Эти технические требования к производству (к способу контроля и управления, а также и к оборудованию) должны обеспечить достижение высокого качества продукции.

Первый «дом качества» (рис. 3.20) устанавливает связь между пожеланиями потребителей и техническими условиями, содержащими требования к характеристикам продукции. Для второго «дома качества» центром внимания является взаимосвязь между характеристиками продукции и характеристиками компонентов (частей) этой продукции.

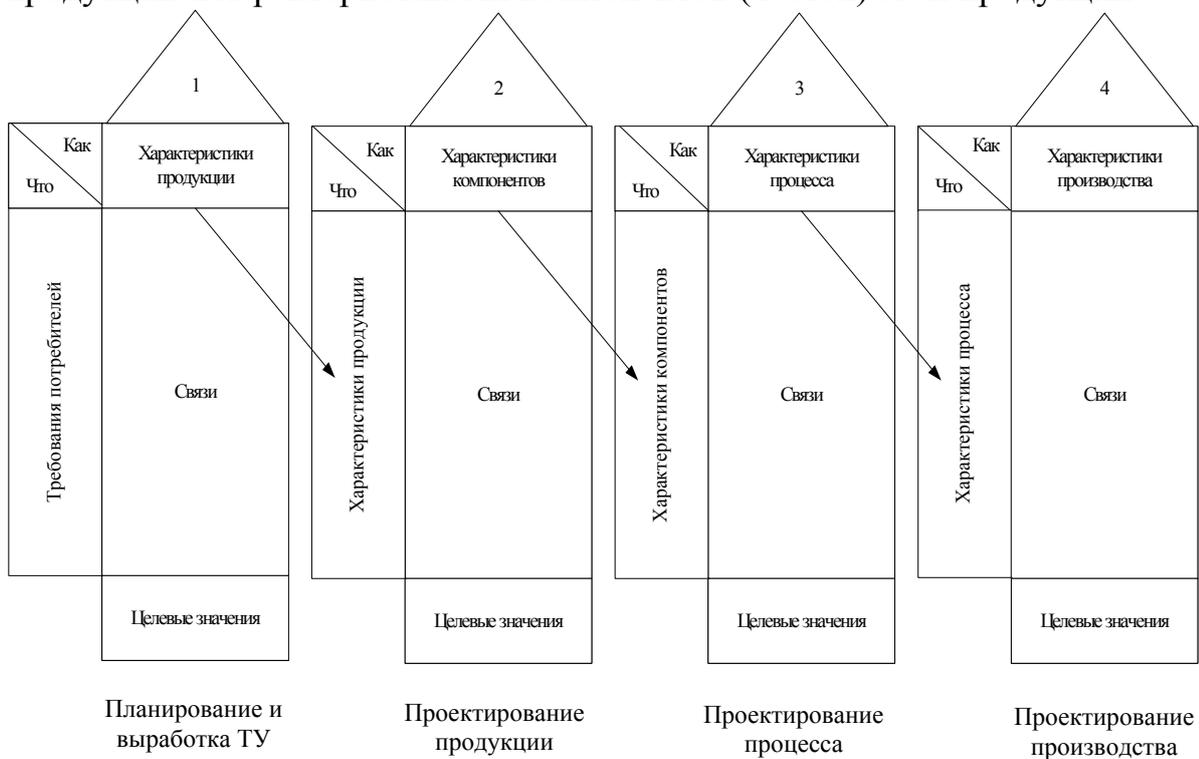


Рис. 3.20. Основные шаги последовательного применения QFD-методологии

Третий «дом качества» устанавливает связь между требованиями к компонентам продукции и требованиями к характеристикам процесса. В результате устанавливаются индикаторы (критерии) выполнения важнейших (критических) процессов.

Наконец, с применением четвертого «дома качества» характеристики процесса преобразуются в характеристики оборудования и способы контроля технологических операций производства, которые следует применить для выпуска качественной продукции по приемлемой цене, что должно обеспечить высокий уровень удовлетворенности потребителей.

3.3.2. Бенчмаркинг

Бенчмаркинг (методология реперных точек) представляет собой процесс систематического, методического и непрерывного определения и изучения лучших видов деятельности и лежащих в их основе навыков и умений, применяемых лидирующими в данной отрасли организациями в их стремлении к совершенствованию. Данный процесс оказывает стимулирование (на всех организационных уровнях) стремлений организации, основанное на этих лучших примерах, к совершенствованию деятельности и к превосходству над конкурентами.

Методология реперных точек на английском языке называется Benchmarking (Бенчмаркинг). Можно считать, что слово «бенчмаркинг» уже вошло в список специальных терминов, применяемых русскоязычными специалистами в теории Всеобщего управления качеством (TQM).

Бенчмаркинг – это стратегия стимулирования изменений (перемен) и оптимизации деятельности в работе организации.

Цели и задачи применения методологии реперных точек (бенчмаркинга) заключаются в том, чтобы сравнить собственные процессы и деятельность с лучшими процессами и деятельностью общепризнанных лидеров. На основе этого сравнения производится оценка величины разрыва (отставания или опережения) в деятельности организации по сравнению с лучшими конкурентами. Обычно подвергают бенчмаркингу следующие процессы организации:

- маркетинг;
- закупки;
- улучшение технологии;
- усовершенствование продукции;
- материально-техническое обеспечение.

В зависимости от избранного объекта бенчмаркинга, различают следующие его виды: внутренний, конкурентный, процессный и стратегический бенчмаркинг.

3.3.3. Анализ деятельности подразделений

Анализ деятельности подразделения (коллективное участие в совершенствовании деятельности) или, по другому, – анализ задач подразделений – основное средство, которое помогает работникам подразделения понять свою причастность к процессу улучшения его деятельности. Анализ помогает оценить всю деятельность подразделения, определить основные виды работ, а затем подробно рассмотреть каждый из них. При этом главное внимание уделяется:

- отношениям между поставщиком и потребителем;
- работам, осуществляемым в рамках самого подразделения.

В результате проведения анализа деятельности подразделения (АДП) группой по совершенствованию деятельности подразделения разрабатывается соответствующий документ. АДП опирается на предпосылку, что все подразделения и исполнители получают исходные материалы для своей работы из других источников (от поставщиков), обрабатывают их, тем самым увеличивая их ценность, и передают результаты проделанной работы своим потребителям. Такая концепция предполагает, что каждый работник является потребителем результатов труда другого работника и в свою очередь имеет потребителя, которому передает результаты своего труда. При этом каждый несет ответственность за качество своего труда.

В результате проведения АДП готовится перечень показателей, характеризующих качество работы подразделения. Группа должна отобрать от трех до пяти основных показателей, которые называются «показателями совершенствования». По ним строят графики, которые вывешиваются в каждом подразделении. На каждом графике должны быть показаны данные, полученные, по крайней мере, за шесть месяцев, и заданный уровень качества работы. При достижении контрольных цифр по какому-либо показателю в течение трех месяцев подряд должны быть установлены новые контрольные цифры.

Группа по совершенствованию деятельности подразделения способствует правильному пониманию работниками подразделения их участия в общем деле и подтверждает реальную заинтересованность руководства в процессе улучшения. Другим, более значимым, фактором является воздействие коллектива на результаты деятельности индивидуального исполнителя. Работники подразделения стараются подтянуть тех, кто портит общую картину, повысив тем самым качество и производительность труда. Помимо этого группа по совершенствованию деятельности подразделения позволяет неформальным лидерам коллектива влиять на руководство при установлении заданий, производственных норм и при планировании работ. Вовлекая неформального лидера в процесс улучшения работы, руководство приобретает союзника, который в некоторых случаях может оказывать существенное влияние на работников подразделения.

Основными выгодами и преимуществами АДП являются:

- 1) все сотрудники активно участвуют в процессе улучшения работы;
- 2) работники, определяющие успех процесса, могут поощряться руководством;
- 3) вырабатываются черты характера, присущие лидеру;
- 4) разрабатываются методы решения проблем, формируются соответствующие навыки и решаются реальные проблемы;
- 5) руководитель подразделения сохраняет роль лидера подразделения;
- 6) у работников подразделения повышается чувство собственного достоинства;
- 7) работники самостоятельно регулируют деятельность подразделения;
- 8) система позволяет разработать реалистичные требования к результатам труда, согласованные с «потребителями» и «поставщиками», и служащие интересам «потребителей»;
- 9) создается система критериев для оценки основных видов деятельности в рамках подразделения;
- 10) работники получают возможность увязывать свои личные цели с целями и задачами подразделения и организации;
- 11) создается эффективная система передачи на более высокий уровень информации о тех проблемах, которые не могут быть решены в рамках подразделения;
- 12) улучшаются взаимоотношения рядовых работников и руководителей.

Главным недостатком групп по совершенствованию деятельности подразделений является то, что проведение заседаний иногда требует временной приостановки деятельности всего подразделения. Однако большинство подразделений быстро приспосабливается к данной системе, и уже через два месяца производительность труда начинает превышать прежние уровни.

3.3.4. Система «ноль дефектов»

Система «Ноль дефектов», часто называемая «программа ZD» (от английских слов «Zero Defect»), представляет собой одну из целевых установок концепции TQM (Total Quality Management – Всеобщего управления качеством), направленной на стремление к полному отсутствию дефектов («ноль» дефектов).

Двумя другими целевыми установками системы TQM являются:

- в области затрат – «ноль» непроизводительных затрат;
- в области поставок – поставки заказов точно в срок.

Программу ZD (Zero Defect – «ноль дефектов») в 1964 г. предложил Филипп Кросби. По мнению некоторых американских специалистов, она

использует подходы разработанной в 1955 г. в Советском Союзе системы бездефектного изготовления продукции (БИП).

Программа ZD базируется на следующих концептуальных положениях:

1) упор на предупреждение появления дефектов, а не на их обнаружение и исправление;

2) направленность усилий на сокращение уровня дефектности в производстве;

3) осознание факта, что потребитель нуждается именно в бездефектной продукции и что производитель может и должен именно такую продукцию поставлять своим потребителям;

4) необходимость для руководства предприятия ясно сформулировать цели в области повышения качества на длительный период;

5) понимание того, что качество работы компании определяется не только качеством производственных процессов, но и качеством деятельности непроизводственных подразделений (деятельность таких подразделений рассматривается как оказание услуг);

6) признание необходимости финансового анализа деятельности в области обеспечения и улучшения качества.

Основой успеха программы ZD стал принцип недопустимости изначального установления какого-либо приемлемого уровня дефектности, кроме нулевого.

3.3.5. Система «Точно вовремя»

Система «Точно вовремя», что соответствует английскому названию «Just-in-Time», или JIT – инструмент контроля и управления качеством объекта (продукции, товара или услуги) в условиях TQM, позволяющий производить объект только в том количестве, с тем качеством и в то время, которое требуется непосредственно потребителям (внутренним и внешним).

Суть концепции JIT основывается на системной философии качества, по которой каждая фаза производства должна заканчиваться изготовлением нужной (правильной) детали именно в тот момент, когда она требуется для последующей (потребляющей) операции. При этом, если изготавливаемая деталь будет нужна через час, то она должна быть изготовлена только через час, а не раньше. Согласно концепции JIT, неиспользуемые какое-то время запасы являются непроизводительными расходами и составляют издержки производителя, которые возрастают в зависимости от времени и объема неиспользуемых запасов.

На практике система JIT является вытягивающей системой (pull system) с большей долей самоконтроля всех стадий жизненного цикла объекта. Применение системы JIT позволяет:

1) постоянно улучшать качество и надежность процесса;

2) минимизировать стоимость брака, площадей для организации производства и время от момента получения заказа до его выполнения, называемого на английском языке lead time.

Целями применения системы JIT в компании являются:

- постоянное улучшение качества и надежности процесса;
- минимизация стоимости брака (стоимость изготовления и последующая переработка брака, увеличение объема изготавливаемой качественной продукции);
- минимизация площадей, необходимых для организации производства;
- минимизация времени от момента получения заказа до его выполнения, т.е. минимизация lead time.

3.3.6. Анализ видов и последствий потенциальных отказов (FMEA)

Метод FMEA применяют на ранних стадиях планирования и создания как продукции, так и производственных процессов. Это – один из наиболее эффективных методов аналитической оценки результатов конструкторской деятельности, процессов (в том числе и испытаний) на таких важнейших стадиях жизненного цикла продукции, как ее создание и подготовка к производству.

Этот метод нацелен на «внедрение» качества в продукцию, поэтому он должен применяться как можно раньше, по крайней мере, до начала производства.

При конструировании методом FMEA решаются следующие задачи:

- получение сведений о риске альтернативных вариантов;
- определение «слабых» мест конструкций (продукции) и нахождение мер по их устранению;
- сокращение дорогостоящих экспериментов.

К особенностям метода можно отнести:

1. Прогнозирование несоответствий (ошибок) и превентивность при обеспечении качества.

2. Систематические действия, которые выполняются по формализованной и апробированной многими предприятиями методике с применением типовых формуляров. Все это позволяет, с одной стороны, выявить и изобразить в логической последовательности и взаимосвязи потенциальные ошибки, и с помощью количественного показателя оценить в связи с этим риск предприятия, а, с другой стороны, накопить соответствующий опыт для последующих разработок и совершенствовании.

3. Коллективный подход. FMEA обычно проводит рабочая группа, составленная из специалистов разных служб и отделов с целью:

- использования большего объема знаний и опыта. Опыт работы имеет существенное значение для эффективного использования метода FMEA

при оценке качества разработок. Для анализа многих объектов часто используется компьютерное моделирование, чтобы оценить объект без его физического изготовления и испытания. Число моделируемых объектов и их компонентов увеличивается вместе с накоплением опыта анализа;

– повышения эффективности решения проблемы за счет применения синергетического эффекта, а также одновременного, а не последовательного принятия решения;

– расширения круга лиц, признающих результаты;

– мотивации качественного труда.

4. Функциональное рассмотрение, т.е. метод имеет целенаправленное значение для анализа функций систем, конструкций и процессов, контролирующей выполнение поставленных задач (в соответствии с техзаданием, чертежом или рабочим планом).

5. Критический анализ для выявления по возможности всех потенциальных отказов, слабых мест или рисков. Анализ позволяет наметить способы снижения риска и оценки.

6. Творческий подход при реализации метода на всех стадиях анализа. Выявление ошибок, причин их появления, оценка последствий и выполнение других работ требует аналитического, творческого мышления. Такое мышление, поддерживаемое применением различных методов коллективной работы, требуется и при поиске идей и способов уменьшения риска. Специалистам, выполняющим такой анализ, приходится сталкиваться с многовариантностью решений, которая может привести к определенным замешательствам и разногласиям у участников. Но возможность многовариантного решения и выбора наиболее эффективного (или эффективных) из них – это, безусловно, удача и, как правило, результат грамотной организации работы. В таких случаях необходимо применить обоснованный выбор критериев отбора вариантов. Хорошо, если такие критерии будут иметь числовые характеристики, и при этом представлены в виде математических зависимостей от факторов влияния. Тогда анализ достоинств вариантов будет сведен к элементарному сравнению числовых значений обобщенных показателей.

7. Детализация, Метод рассматривает риск применения отдельных элементов объектов в соответствии с заданными функциями. Анализ дает картину отказа системы в целом на основе изучения отказов отдельных компонентов. Комбинация отказов не рассматривается.

8. Метод ФМЕА является формализованным аналитическим методом для систематизированного и полного определения и устранения потенциальных ошибок при планировании, конструировании, на производстве.

Введение и проведение метода ФМЕА возможно лишь при активном участии руководства.

9. Преимущество метода состоит в том, что его можно применять на ранних, наиболее важных стадиях планирования и создания продукции и процессов.

3.3.7. Функционально-стоимостный анализ в решении задач повышения качества и конкурентоспособности продукции

ФСА получил широкое распространение при решении задач повышения качества и конкурентоспособности продукции во многих странах мира. Этот метод позволяет сформулировать цель работы, наметить пути достижения цели и последовательно пройти весь цикл работы вплоть до ее реализации. ФСА отличается от других подходов управления тем, что одновременно содержит в себе методические приемы, которые обычно не применяются вместе. Различные методологии, используемые в настоящее время, предназначены каждая для достижения определенных целей, однако их совокупность можно встретить в методологии ФСА. Они включают выявление и удовлетворение требований потребителя, установление показателей, описывающих эти требования, моделирование затрат, усовершенствование бизнес-процессов, непрерывное совершенствование в рамках системы менеджмента качества, организацию и проведение обучения персонала. Методология ФСА уделяет большое внимание интегрированным процессам и позволяет применять различные методические приемы, как единую систему в зависимости от постановки конкретной цели анализа.

ФСА – это стиль управления, предназначенный, в частности, для улучшения мотивации сотрудников и развития их навыков, позволяющий получить синергетический эффект, приводящий к эффективному использованию средств достижения результатов и способствующий продвижению новшеств с целью обеспечения максимальной отдачи от деятельности организации.

В основе концепции стоимости лежит взаимосвязь между удовлетворением самых разных потребностей и используемых при этом возможностей. Чем меньше расход ресурсов или чем полнее удовлетворение потребностей, тем выше стоимость. Заинтересованные в деятельности компании стороны, включая потребителей, могут придерживаться различных точек зрения на то, что такое стоимость. Цель ФСА состоит в том, чтобы согласовать эти различия и позволить организации достичь максимальной реализации поставленных целей при использовании минимальных ресурсов.

Метод ФСА, направленный на максимизацию потребительской стоимости, в процессе управления стоимостью использует и управление затратами. При проведении ФСА осуществляется минимизация затрат на всех этапах, связанных с существованием объекта, начиная с момента его проектирования и вплоть до его утилизации.

ФСА состоит из следующих этапов:

1. Подготовительный: выбор объекта, подготовка к проведению анализа, составление плана проведения ФСА.

2. Информационный: подготовка и систематизация информации об объекте анализа, систематизация данных о реальных условиях функционирования объекта, обработка данных о затратах на ресурсы, построение моделей.

3. Аналитический: выявление функций объекта и их классификация, определение ресурсов функции, изучение функциональных связей, выделение зон максимальных затрат, построение новых моделей на основе функционального подхода, классификация затрат, их расчет и анализ.

4. Творческий: уточнение задач поиска новых решений и дефектных зон, поиск новых идей, анализ методов решения аналогичных задач, поиск альтернативных решений, проработка новых идей.

5. Исследовательский: разработка моделей новых вариантов решения задач, сравнительная технико-экономическая оценка, экспертиза предполагаемых решений, отбор перспективных решений, создание опытного образца, модели, программного обеспечения.

6. Рекомендательный: разработка плана внедрения рекомендаций, подготовка документации для внедрения, согласование плана и утверждение графика внедрения рекомендаций.

7. Внедренческий: проведение консультаций, оценка результатов внедрения, подготовка отчета о результатах внедрения.

8. Функциональный подход состоит в том, что объект исследования рассматривается как комплекс функции, то есть всякий продукт труда рассматривается с позиции его назначения и возможности удовлетворять потребности покупателя.

3.3.8. Применение метода Тагути при анализе качества продукции и услуг

Японский специалист по статистике Тагути разработал идеи математической статистики применительно к задачам планирования эксперимента и контроля качества. Он предложил измерять качество теми потерями, которые вынуждено нести общество после того, как некоторый товар произведен и отправлен потребителю. Тагути доказал, что стоимость отклонения от целевого значения (номинала) возрастает по квадратичному закону по мере удаления от цели и предусматривает наличие потерь за пределами допуска (рис. 3.21).

Тагути предложил характеризовать производимые изделия устойчивостью технических характеристик и объединил стоимостные и качественные показатели в так называемую функцию потерь, которая одновременно

учитывает потери, как со стороны потребителя, так и со стороны производителя.



Рис. 3.21. Допусковое мышление

Функция потерь имеет следующий вид:

$$L = k(y - m)^2, \quad (3.1)$$

где L – потери для общества (величина, учитывающая потери потребителя и производителя от бракованной продукции);

k – постоянная потеря, определяемая с учетом расходов производителя изделий;

y – значение измеряемой функциональной характеристики;

m – номинальное значение соответствующей функциональной характеристики;

$(y-m)$ – отклонение от номинала.

Практическое применение функции потерь заключается в том, что она позволяет определить эффективность любого мероприятия, направленного на улучшение качества (рис. 3.22).



Рис. 3.22. Мышление через функцию потерь

Контрольные вопросы

1. Перечислите новые инструменты управления качеством, предназначенных для работы с вербальной информацией.
2. Расскажите об областях применения диаграммы сродства.
3. Поясните примерный порядок построения диаграммы сродства.
4. Приведите пример диаграммы сродства.
5. Расскажите о назначении диаграммы связей.
6. Приведите примеры ситуаций, когда диаграмма связей может быть использована.
7. Поясните принцип построения диаграммы сродства.
8. Приведите пример диаграммы сродства.
9. Расскажите о назначении и областях применения древовидной диаграммы.
10. Приведите примерный порядок построения древовидной диаграммы.
11. Приведите пример древовидной диаграммы.
12. Расскажите о назначении, областях применения и целях построения матричных диаграмм.
13. Приведите пример простейшей матричной диаграммы.
14. Поясните смысл символов, используемых на матричных диаграммах для изображения степени (силы) тесноты связей между факторами (причинами и их проявлениями).
15. Поясните назначение и область применения стрелочной диаграммы.
16. В каких двух формах чаще всего представляют стрелочные диаграммы?
17. Приведите пример стрелочной диаграммы в виде диаграммы Ганта.
18. Приведите пример стрелочной диаграммы в виде сетевого графа.
19. Расскажите о назначении и областях применения разложения функции качества (QFD-методологии).
20. Почему QFD-методологию часто называют «домом качества»?
21. Какие субтаблицы входят в состав QFD-диаграммы?
22. Поясните основные шаги последовательного применения QFD-методологии.
23. Каковы цели и задачи QFD-методологии?
24. Расскажите о примерном порядке применения QFD-методологии.
25. Какие вопросы являются главными при практическом применении QFD-методологии?
26. Расскажите о содержании этапа определения ожиданий потребителя.
27. Поясните содержание этапа определения сравнительной ценности продукции.

28. Каким образом осуществляют заполнение матрицы связей?
29. Какие символы и коэффициенты используют для описания силы взаимосвязи при заполнении матрицы связей?
30. Расскажите о назначении и областях применения анализа форм и последствий отказов (FMEA-методология).
31. Поиск ответов на какие вопросы является предметом FMEA-методологии?
32. Поясните порядок применения FMEA-методологии. Перечислите основные этапы осуществления FMEA-методологии.
33. В чем состоит сущность этапа подготовки к работе FMEA-команды?
34. Поясните содержание этапа основной работы FMEA-команды.
35. Расскажите о содержании третьего этапа, осуществляемого в конце завершения работы FMEA-команды.
36. Поясните содержание приведенного в данной главе примера применения FMEA-методологии.
37. Поясните особенности FMEA-методологии.
38. Расскажите о целях применения функционально-стоимостного анализа.
39. Поясните основные этапы, осуществляемые при применении функционально-стоимостного анализа.
40. Что достигается в итоге применения функционально-стоимостного анализа?
41. Каковы особенности применения метода Тагути при анализе качества продукции и услуг?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обеспечение конкурентоспособности продукции объективно является основной стратегической задачей любого предприятия. Качество продукции в настоящее время является важнейшей составляющей эффективности и рентабельности предприятия, поэтому ему необходимо уделять постоянное внимание.

Для того чтобы повысить достоверность процедуры оценки качества, а также обеспечить достоверность получаемых оценок необходимо применить комплексный подход, включающий совместное использование методологии квалиметрии и статистических методов.

Для повышения достоверности измерения качества можно эффективно применять методов квалиметрии, включающие себя комплекс методов и способов, направленных на обеспечение и оценку качества продукции и процессов.

Практическое использование методов квалиметрии позволит создать на предприятии эффективную систему контроля и управления качеством с обеспечением необходимой статистической надежности и достоверности полученной информации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Михеева, Е.Н. Управление качеством [Текст]: учебник для вузов / Е.Н. Михеева, М. В. Сероштан. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Дашков и К, 2011. – 532 с.
2. Федюкин, В.К. Квалитология [Текст]: учебное пособие / В.К. Федюкин. – СПб.: Изд-во СПбГИЭУ, 2002. – Ч.1.
3. Федюкин, В.К. Основы квалитметрии [Текст] / В.К. Федюкин. – М.: Изд-во «ФИЛИНЪ», 2004.
4. Фомин, В.Н. Квалитметрия. Управление качеством. Сертификация [Текст] / В.Н. Фомин. – М.: Ассоциация авторов и издателей «ТАНДЕМ». Изд-во «ЭКМОС», 2002.
5. Азгальдов, Г.Г. О квалитметрии [Текст] / Г.Г. Азгальдов, Э.П. Райхман, А.В. Гличев. – М.: Стандартиздат, 1973.
6. Федюкин, В.К. Методы оценки и управления качеством продукции [Текст]: учебник / В.К. Федюкин, В.Д. Дурнев, В.Г. Лебедев. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Информационно-издательский дом «Филинъ», Рилант, 2001. – 328 с.
7. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. основные понятия термины и определения [Текст].
8. 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.
9. Солад, Г.И. Основы квалитметрии [Текст]: учебное пособие / Г.И. Солад. – М.: Моск.горный институт, 1991. – 84 с.
10. Азгальдов, Г.Г. Теория и практика оценки качества товаров [Текст] / Г.Г. Азгальдов. – М.: Экономика, 1989. – 256 с.
11. Макарова, Л.В. Квалитметрия и управление качеством [Текст]: учебное пособие /Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов. – Пенза: ПГУАС, 2005. – 115 с.
12. Макарова, Л.В. Квалитметрия и управление качеством [Текст]: учебное пособие /Л.В. Макарова, В.И. Логанина, И.С. Великанова. – Пенза: ПГУАС, 2009. – 72 с.
13. Гличев, А.В. Основы управления качеством продукции [Текст] / А.В. Гличев. – М.: Изд-во АМИ, 1998. – 354 с.
14. Орлов, А.И. Эконометрика [Текст] / А.И. Орлов. – М.: Изд-во «Экзамен», 2002. – 576 с.
15. Орлов, А.И. Устойчивость в социально-экономических моделях [Текст] / А.И. Орлов. – М.: Наука, 1979. – 296 с.

16. Лунькова, С.В. Измерение качества (квалиметрия) текстильных материалов и товаров [Текст]: метод. указания к лабораторным работам / С.В. Лунькова, А.Ю. Матрохин. – Иваново: ИГТА, 2004. – 40 с.
17. 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.
18. Калейчик, М.М. Квалиметрия [Текст]: учебное пособие / М.М. Калейчик. – М.: МГИУ, 2003. – 200 с.
19. Субетто, А.И. Квалиметрия [Текст] / А.И. Субетто. – СПб.: Изд-во «Астерион», 2002. – 288 с.
20. Шишкин, И.Ф. Квалиметрия и управление качеством [Текст]: учебник / И.Ф. Шишкин, В.М. Станякин. – М.: Изд-во ВЗПИ, 1992. – 255 с.
21. Тихомиров, В.Б. Планирование и анализ эксперимента при проведении исследований в легкой и текстильной промышленности [Текст] / В.Б. Тихомиров. – М.: Легкая индустрия, 1974.
22. Саразен, Дж.С. Инструменты качества. Диаграмма причина-результат [Текст] / Дж.С. Саразен // Надежность и контроль качества. – 1999. – №12. – С. 25-32.
23. Всеобщее управление качеством [Текст]: учебник для вузов / О.П. Глудкин, Н.М. Горбунов, А.И. Гуров, Ю.В. Зорин; под ред. О.П. Глудкина. – М.: Радио и связь, 1999. – 600 с.
24. Rampersad Н.К. Total Quality Management: An Executive Guide to Continuous Improvement [Text] / Н.К. Rampersad. – Berlin-Heidelberg: Springer Verlag, 2001. – 190 p.
25. Управление качеством. Т. 1. Основы обеспечения качества [Текст] / под общ. ред. В.Н. Азарова. – М.: МГИЭМ, 1999. – 326 с.
26. Управление качеством. Т. 2. Принципы и методы всеобщего руководства качеством [Текст] / под общ. ред. В.Н. Азарова. – М.: МГИЭМ, 2000. – 356 с.
27. Лapidус, В.А. Всеобщее качество (TQM) в российских компаниях [Текст] / В.А. Лapidус. – М.: ОАО «Типография «Новости», 2000. – 432 с.
28. Шиндовский, Э. Статистические методы управления качеством: Контрольные карты и планы контроля [Текст] / Э. Шиндовский, О. Шюрц. – М.: Мир, 1976. 597 с.
29. ГОСТ Р 50779.10–2000 (ИСО 3534.1-93). Статистические методы. Вероятность и основы статистики. Термины и определения [Текст].
30. ГОСТ Р 50779.11–2000 (ИСО 3534.2-93). Статистические методы. Статистическое управление качеством. Термины и определения [Текст].
31. ГОСТ Р 50779.30–95. Статистические методы. Общие требования [Текст].
32. ГОСТ Р 50779.44–2001. Статистические методы. Показатели возможностей процессов. Основные методы расчета [Текст].

33. Р 50.1.018–98 Обеспечение стабильности технологических процессов в системах качества по моделям ИСО серии 9000. Контрольные карты Шухарта [Текст].
34. ГОСТ Р 50779.40–96 (ИСО 7870-93). Контрольные карты. Общее руководство и введение [Текст].
35. ГОСТ Р 50779.42–99 (ИСО8258-91). Статистические методы. Контрольные карты Шухарта [Текст].
36. Свиткин, М.З. Менеджмент качества и обеспечение качества продукции на основе международных стандартов ИСО [Текст] / М.З. Свиткин, В.Д. Мацута, К.М. Рахлин. – СПб.: Изд-во СПб картфабрика ВСЕГЕИ, 1999. – 403 с.
37. Фокс, М.Дж. Введение в обеспечение качества: Модуль RRC №415d [Текст] / М.Дж. Фокс; пер. с англ. языка под общ. ред. В.Н. Азарова. – М.: Фонд «Европейский центр по качеству», 1999. – 108 с.
38. Ловцы потерь: Карманный справочник по качеству и производительности [Текст]: пер. с англ. / Lawrence Hornor, Curtis King. – Н. Новгород: СМЦ «Приоритет», 1998. – 108 с.
39. Фокс, М.Дж. Принципы и методы всеобщего руководства качеством. Модуль RRC 416 с. [Текст] / М. Дж. Фокс; пер. с англ. под общ. ред. профессора В.Н. Азарова. – М.: Фонд «Европейский центр по качеству», 1999. – 142 с.
40. Адлер, Ю.П. Управление качеством (Часть 1. Семь простых методов) [Текст]: учебное пособие / Ю.П. Адлер, Т.М. Полховская, П.А. Нестеренко. – М.: Стандарты и качество, 2001. – 170 с.
41. ИСО 9004-4:93. Административное управление качеством и элементы системы качества. Ч.4. Руководящие указания по улучшению качества [Текст] // Системы качества. Международные стандарты ИСО серии 9000. – М., 1997. – Т. 2. – С. 231 – 235.
42. Davis Balestracci. Data «Sanity»: Statistical Thinking Applied to Everyday Data. – URL: <http://deming.ces.clemson.edu/pub/den/data-sanity.pdf>.
43. Статистические методы повышения качества [Текст] / под ред. Хитоси Кумэ; пер. с англ. и доп. Ю.П.Адлера, Л.А. Конаревой. – М.: Финансы и статистика, 1990. – 304 с.
44. Пономарев, С.В. Управление качеством продукции: Введение в системы менеджмента качества [Текст] / С.В. Пономарев, С.В. Мищенко, В.Я. Белобрагин. – М.: Стандарты и качество, 2004. – 244 с.
45. Rampersad, H.K. Integrated and Simultaneous Design for Robotic Assembly. New-York: John Wiley & Sons, 1994. Hauser J.R., Clausing D. The House of Quality / H.K. Rampersad // Harvard Business Review. – Boston, 1988. – Vol. 66, №3.

46. Roozenburg, N.F. M. Product Design, Structures and Methods / N.F. M. Roozenburg, J. Eekels. – New York: John Wiley&Sons, 1995.
47. Camp, R.C Benchmarking: Searching for the Best Working Methods That Will Lead to Superior Performances / R.C. Camp. – Deventer: Kluwer Business Information, 1992.
48. Rampersad, H.K. Strategic Management: a Visionary Approach / H.K. Rampersad. – Deventer: Kluwer Bedrijfsinformatie, 1997.
49. Prius, S.J. Search, report, compare & improve: An orientation study for the purpose, possibilities and use of benchmarks in the performance measuring system / S.J. Prius. – Rotterdam: Moret Funds Foundation, 1997.
50. Rampersad, H.K. Application of Design Process FMEA in Production of Steppers / H.K. Rampersad. – Veldhoven: ASM Lithography, 1996.
51. Басовский, Л.Е. Управление качеством [Текст]: учебник / Л.Е. Басовский, В.Б. Протасьев. – М.: ИШРА-М, 2002. – 212 с. – С. 52 –100.
52. Методы управления затратами и качеством продукции [Текст]: учебное пособие / В.Э. Керимов, Ф.А. Петрище, П.В. Селиванов, Э.Э. Керимов. – М.: Издательско-книготорговый центр «Маркетинг», 2002. – 108 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	6
1. КВАЛИМЕРИЯ, КАК МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА КОМПЛЕКСНОГО УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ	7
1.1. Основы концепции всеобщего управления качеством. История создания и предпосылки развития.....	7
1.1.1. Основные положения философии качества	7
1.1.2. Эволюция развития форм и методов работ по качеству	12
1.1.3. Краткая история зарождения квалиметрии.....	28
1.2. Объект, предмет и структура квалиметрии.....	31
1.3. Квалиметрия как наука и ее роль в управлении качеством.....	32
Контрольные вопросы	34
2. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ (УСЛУГ).....	35
2.1. Основные принципы квалиметрии	35
2.2. Измерительные шкалы	39
2.3. Основы процедуры оценки качества продукции.....	42
2.4. Система показателей качества продукции (услуг).....	43
2.4.1. Основные показатели качества промышленной продукции ...	43
2.4.2. Показатели качества услуг.....	60
2.5. Определение значений коэффициентов весомости свойств	61
2.5.1. Классификация методов определения весомости отдельных свойств качества	61
2.5.2. Экспертные методы определения значимости критериев при оценке уровня качества продукции.....	65
2.5.3. Применение экспертного метода для оценки уровня качества продукции	75
2.6. Методы определения абсолютных показателей качества продукции	94
2.7. Определение экстремальных абсолютных показателей свойств.....	97
2.8. Определение относительных показателей свойств.....	98
2.9. Формирование группы аналогов и установление базовых образцов	99
2.10. Классификация оценок качества продукции	103
2.11. Основы классификации методов оценки качества.....	107
2.12. Основные методы оценки уровня качества изделий.....	108
2.12.1. Дифференциальный метод.....	109
2.12.2. Метод комплексной оценки уровня качества продукции ...	110
2.12.3. Смешанный метод оценки уровня качества продукции.....	114
2.12.4. Метод интегральной оценки уровня качества изделий	115

2.12.5. Метод оценки уровня качества разнородной продукции....	117
2.13. Основы процесса оценки уровня качества изделий на стадиях жизненного цикла.....	118
2.13.1. Оценка уровня качества разрабатываемого изделия	118
2.13.2. Оценка уровня качества изготовления изделий	119
2.13.3. Оценка уровня качества изделия в эксплуатации	120
2.13.4. Оценка уровня качества изделия при его утилизации.....	121
2.14. Подготовка и оформление документа о результатах оценки уровня качества промышленной продукции	122
Контрольные вопросы.....	125
3. ИНСТРУМЕНТЫ КАЧЕСТВА	127
3.1. Инструменты контроля качества	128
3.1.1. Диаграмма причина-результат	128
3.1.2. Контрольные карты	129
3.1.3. Контрольные листки	131
3.1.4. Диаграмма рассеяния	132
3.1.5. Диаграмма Парето	135
3.1.6. Гистограмма	137
3.2. Новые инструменты управления качеством	138
3.2.1. «Мозговая атака» (штурм, осада) и «атака разносом»	139
3.2.2. Диаграмма сродства	139
3.2.3. Диаграмма связей	140
3.2.4. Древовидная диаграмма.....	141
3.2.5. Матричная диаграмма.....	141
3.2.6. Стрелочная диаграмма	143
3.2.7. Диаграмма процесса осуществления программы	144
3.2.8. Анализ матричных данных.....	146
3.3. Инструменты проектирования качества.....	147
3.3.1. Развертывание функции качества.....	147
3.3.2. Бенчмаркинг	149
3.3.3. Анализ деятельности подразделений	150
3.3.4. Система «ноль дефектов»	151
3.3.5. Система «Точно вовремя»	152
3.3.6. Анализ видов и последствий потенциальных отказов (FMEA).	153
3.3.7. Функционально-стоимостный анализ в решении задач повышения качества и конкурентоспособности продукции....	155
3.3.8. Применение метода Тагути при анализе качества продукции и услуг.....	156
Контрольные вопросы.....	158
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	160
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	161

Учебное издание

Макарова Людмила Викторовна
Тарасов Роман Викторович

КВАЛИМЕТРИЯ

Учебное пособие по направлению подготовки
27.03.01 «Стандартизация и метрология»

Редактор М.А. Сухова
Верстка Н.А. Сазонова

Подписано в печать 6.06.16. Формат 60×84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 9,765. Уч.-изд. л. 10,5. Тираж 80 экз.
Заказ № 415.

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