

3 ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

С одной стороны, качество продукции определяется как способность удовлетворять требования потребителя. С другой стороны, качество является интегрированным показателем деятельности всего предприятия-производителя, на который оказывают влияние все без исключения работники предприятия. Поэтому важным является оценка параметров качества продукции еще на стадии ее изготовления, т.е. самим производителем. Оценку качества продукции проводят с использованием общих принципов и методов, специфического математического аппарата науки **квалиметрии**. Название этой науки происходит от латинского корня «квали», образующего слово *qualitas* (качество) и греческого слова «*μετρο*» – измерять. Таким образом, квалиметрия – это наука о количественной оценке качества. Но прежде, чем говорить о такой оценке качества, необходимо определить понятие «продукция».

3.1 Классификация промышленной продукции

Под **продукцией** понимается овеществленный результат хозяйственной деятельности, предназначенный для удовлетворения определенных потребностей, т.е. обладающий потребительной стоимостью, [10]. Продукция обладает рядом **свойств**, под которыми понимаются ее объективные особенности, проявляющиеся при разработке, изготовлении (добыче) и эксплуатации (потреблении) продукции. **Параметры** продукции количественно характеризуют все ее свойства, как входящие в состав качества продукции, так и другие свойства.

Основным признаком классификации продукции является способ ее целевого использования. В соответствии с этим признаком всю продукцию можно разделить на два класса: расходуюмую по частям и расходующую свой ресурс, рис. 3.1. В данном случае под расходом понимается расход именно в режиме целевого использования, поскольку расход продукции может происходить и вне целевого ее использования, например, при длительном хранении.

Рассмотрим все группы продукции, приведенные на рис. 3.1.

К **группе 1** относятся все полезные ископаемые, природные топлива, естественные строительные материалы, сельскохозяйственная продукция (первичная), и т.д.

К **группе 2** относятся искусственные виды топлива, смазочных масел; металлические заготовки (прокат, слябы, проволока); химические продукты (лаки, краски, пластмассы, искусственные

смолы; строительные материалы (цемент, бетон и др.); электро- и радиотехнические материалы и т.д.

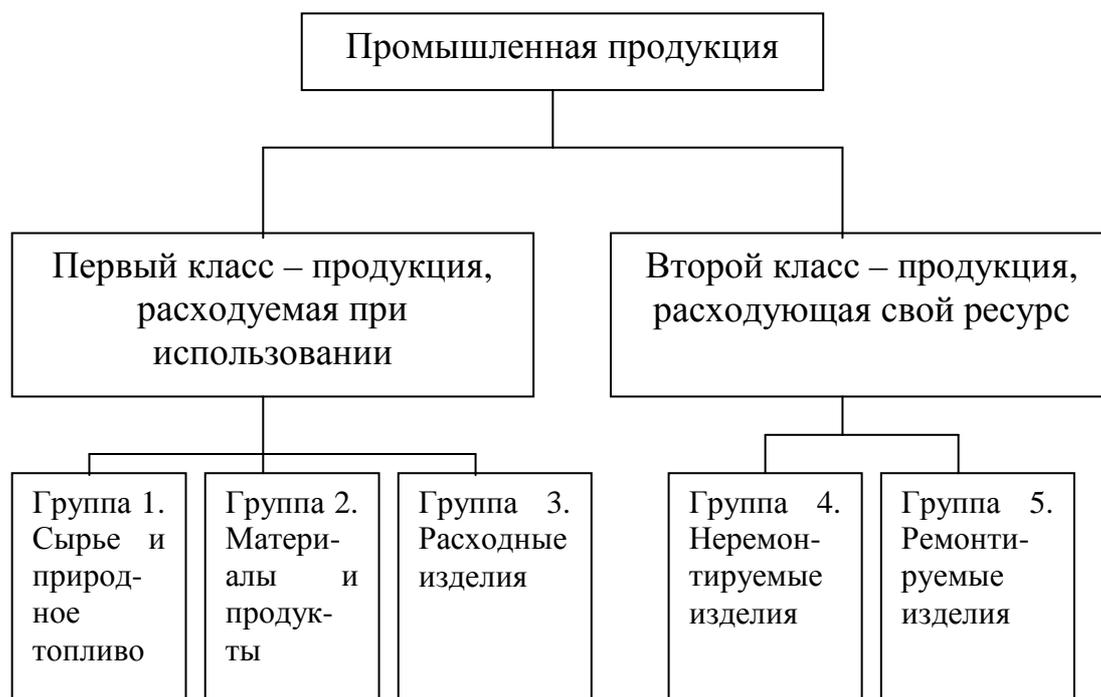


Рис. 3.1- Классификация промышленной продукции

В **группу 3** входят: катушки проводов и кабелей, бочки с жидким топливом, баллоны с газом и т.д.

К **группе 4** относятся: электровакуумные и полупроводниковые комплектующие элементы; реле; метизы; подшипники и т.д.

В **группу 5** входят машины и оборудования различных отраслей промышленности; автоматические и автоматизированные комплексы, системы и линии этих машин; измерительные приборы; средства автоматизации и систем управления; ремонтируемые агрегаты, блоки, узлы различных технических устройств и др.

3.2 Номенклатура показателей качества промышленной продукции

Количественная характеристика свойств продукции, входящих в состав ее качества, рассматриваемая применительно к условиям ее создания и эксплуатации (потребления), называется **показателем качества** продукции. Если показатель качества относится только к одному свойству продукции, то он называется **единичным** показателем качества, а относящийся сразу к нескольким ее свойствам, - **комплексным**. Разновидностью комплексного

показателя качества продукции является **интегральный** показатель, который отражает отношение суммарного полезного эффекта от эксплуатации (потребления) продукции к суммарным затратам на ее создание и эксплуатацию (потребление). Показатель качества, относящийся к такому свойству продукции или такой совокупности ее свойств, по которым принимается решение оценивать качество продукции в целом, называется **определяющим** показателем качества.

Показатели назначения характеризуют свойства продукции, определяющие основные функции, для выполнения которых она предназначена. Эти показатели включают основные характеристики продукции, отражающие уровень ее качества с точки зрения основного назначения продукции (производительность, мощность и т.д.), а также полезный эффект от ее эксплуатации (потребления), определяют область применения и условия использования продукции.

Как правило, эта группа показателей включает: классификационные показатели; показатели состава и структуры; показатели технического совершенства. *Классификационные показатели* характеризуют принадлежность продукции к приведенной на рис. 3.1. классификационной группе. Они определяют область применения и назначения продукции. Например, классификационными показателями металлорежущих станков являются точность, частота вращения шпинделя станка, скорость подачи, высота центров и т.д.

Показатели состава и структуры характеризуют продукцию по составу входящих в нее комплектующих изделий и структуре; химическому составу. Например, для машиностроительной продукции таким показателем может быть коэффициент агрегатирования.

Показатели технического совершенства определяют совершенство технического решения (с точки зрения потребителя), принятого при создании продукции. Например, для машиностроительной продукции таким показателем может быть удельная энергоемкость, производительность и т.д.

Показатели безотказности характеризуют свойство продукции непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки. В качестве таких показателей используются: вероятность безотказной работы; наработка на отказ; параметр потока отказов и др.

Показатели долговечности характеризуют свойства продукции сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического

обслуживания и ремонтов. К ним относятся средний ресурс, гамма-процентный ресурс, срок службы, срок службы до капитального ремонта и т.д.

Показатели ремонтпригодности характеризуют приспособленность продукции к предупреждению, обнаружению причин отказов и повреждений, а также устранению их последствий путем проведения ремонтов и технического обслуживания. К этим показателям относят вероятность восстановления в заданное время, среднее время восстановления и др. Данные показатели тесно связаны с конструктивностью и технологичностью продукции.

Показатели сохраняемости характеризуют свойство продукции непрерывно сохранять до использования или эксплуатации (хранения и транспортирования) заданные показатели качества в установленных пределах при заданных условиях в течение определенного периода времени. К этим показателям относятся: гамма-процентный срок сохраняемости (срок сохраняемости, который будет достигнут объектом с заданной вероятностью гамма-процентов); средний срок сохраняемости.

Показатели надежности характеризуют безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость продукции в конкретных условиях ее использования. Кроме показателей, характеризующих отдельные ее свойства (см. выше), используют и обобщенные, например, коэффициент готовности.

Эргономические показатели характеризуют систему «человек – продукция - среда использования» и учитывают требования, определяемые свойствами человека и характеристиками среды использования и предъявляемые к продукции для повышения эффективности взаимодействия человека с данным изделием. Под средой использования понимается пространство, в котором человек осуществляет функциональную деятельность, например, помещение цеха. Эффективность взаимодействия человека с изделием характеризуется, например, показателями производительности, безошибочности работы, утомляемости человека, комфортабельности рабочих условий.

Эргономические показатели качества делят на следующие группы:

- показатели, характеризующие степень соответствия продукции и ее элементов эргономическим требованиям к рабочей позе, зоне досягаемости и т.д.;
- показатели, характеризующие степень соответствия продукции требованиям к объему и скорости движений человека; возможности органов чувств человека; информационное

взаимодействие человека и продукции; закрепление и формирование навыков человека;

- показатели, характеризующие непосредственное влияние среды использования и опосредованное влияние продукции через среду на эффективность деятельности человека: температура, влажность, уровень шума, вибраций, электрических и электромагнитного полей.

Эстетические показатели характеризуют информационную выразительность, рациональность формы, целостность композиции и совершенство производственного исполнения продукции.

Показатели технологичности характеризуют эффективность конструкторско-технологических решений при производстве и эксплуатации продукции. Технологичность продукции проявляется при подготовке производства, изготовлении и ее эксплуатации (потреблении) в виде экономии затрат труда, средств, материалов, времени.

К показателям технологичности продукции относятся: трудоемкость изготовления продукции; технологическая себестоимость продукции; удельная трудоемкость изготовления и (или) эксплуатации; относительная трудоемкость вида процесса изготовления и (или) эксплуатации; удельная технологическая себестоимость; относительная себестоимость вида процесса изготовления и (или) эксплуатации; удельная материалоемкость; коэффициент использования материала; коэффициент сборности.

Также используют показатели уровня технологичности конструкций по трудоемкости и себестоимости изготовления, стандартизации и унификации.

Трудоемкость изготовления и (или) эксплуатации продукции определяется количеством времени, затраченным на изготовление и (или) эксплуатации единицы продукции, выраженная в нормо-часах.

Удельная трудоемкость изготовления и (или) эксплуатации продукции определяется как отношение трудоемкости изготовления и (или) эксплуатации к основному параметру продукции.

Под *технологической себестоимостью* понимают сумму текущих затрат, в составе которых учитывают:

- материалы основные (за вычетом возвратных отходов);
- основную и дополнительную заработную плату производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды;
- затраты на содержание и эксплуатацию оборудования;
- затраты на ремонт оборудования;
- амортизацию оборудования;
- затраты на эксплуатацию (амортизацию и ремонт) технологической оснастки;

затраты на содержание и ремонт производственной площади;
затраты на возобновление управляющих программ для станков с ЧПУ и промышленных роботов.

Удельная технологическая себестоимость определяется отношением технологической себестоимости к основному параметру продукции. Также определяют и удельную материалоемкость продукции, как отношение массы готового изделия к основному параметру продукции.

Относительная трудоемкость изготовления и (или) эксплуатации продукции равна отношению трудоемкости по видам проводимых работ, например, трудоемкости обслуживания, к общей трудоемкости изготовления и (или) эксплуатации продукции.

Аналогично *относительная себестоимость* изготовления и (или) эксплуатации продукции равна отношению себестоимости по видам работ (например, себестоимость профилактического обслуживания) к технологической себестоимости.

Коэффициент использования материала характеризует долю материала в готовой продукции в общем количестве материала, использованного для ее изготовления.

Коэффициент сборности характеризует простоту монтажа продукции и представляет собой долю конструктивных элементов, входящих в специфицируемые блоки, в общем числе элементов, входящих непосредственно в состав изделия.

Показатели транспортабельности характеризуют приспособленность продукции к транспортированию, которое не сопровождается использованием продукции. Эти показатели бывают прямыми и косвенными. *Прямые* показатели представляют собой затраты средств, труда и времени на подготовку к транспортированию, на его осуществление и на заключительные операции перевода продукции в исходное состояние после транспортирования. *Косвенные* показатели – это показатели сохраняемости продукции, а также некоторые показатели, определяющие затраты, связанные с транспортированием, например, масса, габаритные размеры продукции.

Показатели стандартизации и унификации характеризуют степень использования в изделии стандартных составных частей и уровень их унификации.

К числу таких показателей относят:

- коэффициент применяемости, под которым понимают отношение разности общего количества типоразмеров изделия и количества типоразмеров оригинальных составных частей к общему количеству типоразмеров изделия;

- коэффициент повторяемости составных частей, равный отношению общего числа составных частей в изделии к общему числу его типоразмеров;

- коэффициент взаимной унификации и коэффициент унификации группы изделий.

Патентно-правовые показатели характеризуют степень обновления технических решений, использованных в продукции, их патентную защиту у нас в стране и за рубежом, а также степень беспрепятственной реализации изделия в Украине и за рубежом.

Различают показатели уровня использования изобретений, показатели патентной защиты; показатели патентной чистоты.

Показатели однородности – это количественная характеристика рассеивания параметров или показателей качества продукции данного вида. Другими словами, эти показатели характеризуют стабильность основных параметров продукции в случае ее массового или серийного производства. Чем лучше налажено производство, чем однороднее используемое сырье, материалы, комплектующие изделия, чем стабильнее условия производства, тем меньшим будет разброс значений случайных величин, характеризующих продукцию.

Показатели устойчивости продукции к внешним воздействиям характеризуют ее способность сохранять свойства, входящие в состав качества продукции, под воздействием сопрягаемых объектов окружающей среды.

Показатели влияния продукции на окружающую среду характеризуют уровень вредных воздействий, возникающих при ее эксплуатации (потреблении).

Показатели безопасности продукции характеризуют безопасность обслуживающего персонала и сопрягаемых объектов при ее функционировании.

Экономические показатели отражают отдельные виды затрат или суммарные затраты на ее разработку, изготовление и эксплуатацию (потребление).

К экономическим показателям относятся:

- себестоимость единицы продукции;
- цена единицы продукции;
- приведенные затраты на единицу продукции;
- себестоимость единицы продукции, выпускаемой с помощью оцениваемого изделия;
- приведенные затраты на единицу продукции, выпускаемой с помощью оцениваемого изделия;
- величина затрат определенного вида на единицу продукции, выпускаемой с помощью оцениваемого изделия.

В таблице 3.1 указаны рассмотренные показатели применительно к различным группам продукции, см. рис.3.1. В таблице знак «+» означает применимость, знак «--» - неприменимость и знак «(+))» – ограниченную применимость показателя для соответствующей группы продукции.

Таблица 3.1- Применимость показателей качества продукции

Показатели качества продукции	Группы продукции				
	1	2	3	4	5
Назначения	+	+	+	+	+
Безотказности	--	--	--	+	+
Долговечности	--	--	--	+	+
Ремонтопригодности	--	--	--	--	+
Сохраняемости	+	+	+	+	+
Эргономические	--	--	+	+	+
Эстетические	(+)	(+)	+	+	+
Технологичности	+	+	+	+	+
Транспортабельности	(+)	(+)	+	+	+
Стандартизации и унификации	--	--	(+)	+	+
Патентно-правовые	--	+	+	+	+
Безопасности	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Однородности	+	+	+	+	+
Влияния на окружающую среду	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Устойчивости к внешним воздействиям	(+)	(+)	+	+	+

3.3 Оценка уровня качества однородной продукции

Оценку уровня качества продукции проводят, руководствуясь основными принципами квалиметрии, [11], согласно которым:

- качество рассматривается как иерархическая совокупность свойств продукции, которые представляют интерес для потребителя;

- отдельные свойства продукции могут характеризоваться как абсолютными, так и относительными показателями качества;

- оценка качества производится с точки зрения общественной потребности;

- шкалы измерения абсолютных показателей должны быть трансформированы в одну общую шкалу;

- каждое свойство продукции определяется двумя параметрами – относительным показателем и коэффициентом весомости;

- сумма весомостей свойств одного уровня иерархической системы свойств есть величина постоянная.

Все квалиметрические методы, применяемые для оценки качества продукции, подразделяют на **дифференциальные** и **комплексные**. Данные оценки применяются для оценки качества однородной продукции. Рассмотрим данные оценки.

3.3.1 Дифференциальный метод оценки качества продукции

Данный метод используется для оценки уровня качества при сопоставлении единичных показателей качества продукции с аналогичными показателями базовой продукции. В качестве базовых показателей принимают показатели наилучших аналогичных образцов продукции или показатели, установленные нормативной документацией, технико-эксплуатационными требованиями, экономической целесообразностью.

Относительные значения показателей качества рассчитываются по формулам:

$$q_i = \frac{P_i}{P_{i0}} \quad \text{или} \quad q_i = \frac{P_{i0}}{P_i}, \quad i=1, 2, \dots, n,$$

где P_i – значение i -го показателя качества оцениваемой продукции; P_{i0} – базовое значение i -го показателя; n – количество оцениваемых показателей качества продукции.

Из двух приведенных зависимостей принимают ту, при использовании которой увеличение относительного показателя соответствует повышению технического уровня продукции. Например, для оценки производительности автоматической линии принимаем первую зависимость, а при оценке уровня шума – вторую.

При сопоставлении совокупности значений относительных показателей могут возникать следующие ситуации:

- все относительные показатели не менее единицы. Это соответствует тому, что технический уровень оцениваемой продукции выше базового уровня или равен ему;

- все относительные показатели менее единицы. При этом оцениваемая продукция имеет технический уровень меньше базового;

- часть относительных показателей не меньше единицы, а другая часть относительных показателей меньше единицы. В этом случае качество продукции следует оценивать с помощью комплексного показателя, о чем будет сказано в следующем параграфе.

Рассмотрим пример. Необходимо сравнить качество двух очистных комбайнов, предназначенных для добычи угля из тонких пологих пластов: К-103 и КА-80. Единичные показатели качества таких машин регламентированы ГОСТ 4.434-86 «Система показателей качества продукции. Комбайны очистные. Номенклатура показателей». Результаты приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2- Значения единичных показателей качества

Показатель	$P_{i\bar{o}}$	Абсолютные или относительные показатели	
		К-103	КА-80
1. Показатели назначения			
1.1. Производительность, т/сут	650	400	594
1.2. Применяемость по углу падения пласта при подвигании забоя ..., град: - по простиранию; - по падению		до 35 до 8	до 35 до 10
1.3. Применяемость по сопротивляемости пласта разрушению, кН/м		до 300	до 300
1.4. Механизация выемки угля на концевых участках лавы	Выемка без дополнительных маневров – $q = 1$.	«Косой заезд»	Фронтальная самозарубка
1.5. Тип исполнительного органа		Шнековый	Барабанный с вертикальной осью вращения
1.6. Применяемость по вынимаемой мощности пласта, м		0,6 – 1,2	0,73 – 1,25
1.7. Номинальная ширина захвата исполнительного органа, мм		800	800
1.8. Тип механизма подачи		ВСП (БСП)	ВСП (БСП)
1.9. Максимальная рабочая скорость подачи, м/мин		5,2	5,2

Продолжение таблицы 3.2.

1.10. Тяговое учисилие при максимальной скорости подачи, кН		200	200
1.11. Удельная тяговая мощность, кВт/т		1,64	1,49
1.12. Суммарная номинальная мощность привода комбайна (без учета мощности ВСП), кВт		180	180
1.13. Габаритные размеры: - длина; - ширина; - высота		5206 1136 ср. 570	5000 800
2. Показатели надежности			
2.1. Средний ресурс до капитального ремонта, тыс. т	210	209,5	147,7
2.2. Установленный ресурс до капитального ремонта, тыс. т	Данный показатель является базовым для показателя 2.1		
2.3. Нарботка на отказ, ч		5,12	4,78
2.4. Объединенная удельная трудоемкость технических обслуживаний и ремонтов, чел·ч/год		9,43	20,40
2.5. Удельное время восстановления, ч		0,48	1,18
2.3 и 2.5. Коэффициент готовности		0,92	0,80
3. Показатели экономного использования сырья, материалов, топлива, энергии и трудовых ресурсов			
3.1. Удельная масса комбайна, кг/кВт		58,6	64,4
3.2. Удельный расход электроэнергии, кВт·ч/т	1,0	2,025	1,360
3.3. Масса комбайна, кг		10540	11600
4. Эргономические показатели			
4.1. Эквивалентный уровень звука (у рабочего места машиниста), дБА	45	84	115
4.2. Тип системы управления		автоматический	
5. Показатели технологичности			
5.1. Удельная трудоемкость изготовления (относительный показатель)		1,0	0,847
8. Показатели безопасности			
8.1. Удельное пылевыведение, г/т	12,0	15,30	13,20
8.2. Устройство удержания комбайна от сползания		лебедка	

По имеющимся абсолютным единичным показателям качества, таблица 3.2, нетрудно вычислить и значения относительных единичных показателей качества.

3.3.2 Нелинейные зависимости между показателями

В большинстве методик оценки качества принято, что оценка качества (относительное значение показателя) зависит от соответствующих абсолютных показателей – оцениваемого и базового. Как правило, любому изменению абсолютного показателя соответствует пропорциональное изменение значения и относительного показателя качества. Однако такая оценка применения не для всех свойств продукции. В последнее время все более широкое применение находят нелинейные зависимости между абсолютными и относительными показателями.

Например, американский исследователь Харрингтон предлагает оценивать каждое свойство с помощью безразмерного коэффициента. Математическая зависимость относительного показателя от абсолютных выражается зависимостью:

$$q_i = \exp(-|P_o|^m),$$

где m – положительное число, $0 < m < \infty$; P_o – линейная функция от P_i :

$$P_o = \frac{2P_i - (P_i^{\max} + P_i^{\min})}{P_i^{\max} - P_i^{\min}}.$$

Здесь P_i^{\min} , P_i^{\max} – соответственно нижний и верхний пределы значений показателя i -го свойства, предусмотренные техническими условиями.

Отсюда следует, что

$$\begin{aligned} P_o &= -1 & \text{при } P_i &= P_i^{\min}; \\ P_o &= +1 & \text{при } P_i &= P_i^{\max}. \end{aligned}$$

Граничные значения относительного показателя качества и соответствующие им уровни абсолютных показателей приведены в таблице 3.3.

В случае, когда ограничения технических условий касаются только нижнего предела значения показателя, то уравнение Харрингтона трансформируется в зависимость:

$$q_i = \exp[-\exp(-P_o)].$$

График данной функции приведен на рис.3.2.

Таблица 3.3 – Значения показателей

q_i	Качественная характеристика абсолютного показателя
1,0	Максимальный уровень
1,00 – 0,80	Превосходный и приемлемый уровень, значительно превышающий соответствующий показатель аналогичной продукции.
0,80 – 0,63	Хороший и приемлемый уровень, превосходящий коммерческий уровень ($1 - \exp^{-1} \approx 0,63$).
0,63 – 0,40	Недостаточно хороший, но приемлемый по техническим условиям (ТУ) уровень.
0,40 – 0,30	Граничная зона. Часть продукции не соответствует ТУ. Предельное значение по ТУ составляет $\exp^{-1} \approx 0,37$.
0,30 – 0,00	Неприемлемый уровень.
0,00	Полностью неприемлемый уровень.

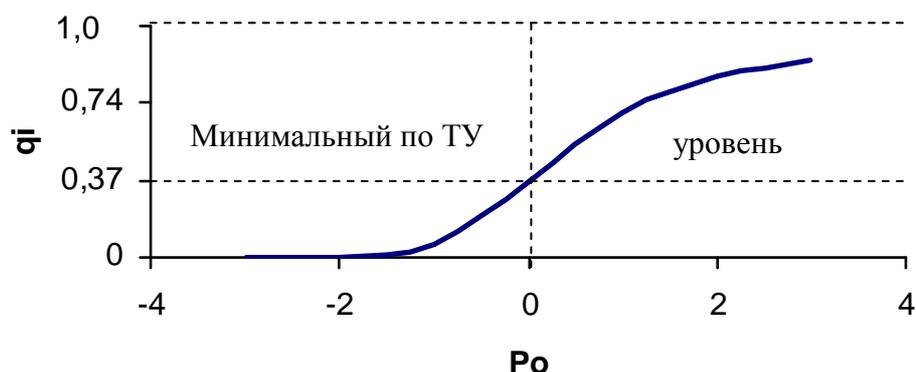


Рис. 3.2 – График зависимости относительного показателя качества от абсолютного

При оценке относительных показателей качества свойств продукции, которые воздействуют на органы чувств человека необходимо учитывать основное положение экспериментальной психологии – психофизиологический закон Вебера – Фехнера, в соответствии с которым связь между абсолютным и относительным показателями выражается зависимостью

$$P_i = K \log q_i,$$

где K – некоторая постоянная.

Данная зависимость может быть использована при оценке эргономических и эстетических свойств продукции.

3.3.3 Комплексный метод оценки уровня качества продукции

Качество сложной продукции, например, роторно-конвейерных линий, очистных комбайнов для выемки угля, определяется большим количеством единичных показателей, см. п. 3.3.1. Кроме того, в подавляющем большинстве случаев свойства, определяющие качество продукции, не равнозначны по своей важности. Это затрудняет принятие решения о качестве сравниваемых образцов техники.

Поэтому целесообразным является подход, при котором качество сложной продукции оценивается с помощью одного **комплексного показателя**, построенному на основе единичных. Метод комплексной оценки характеризует связь между единичными показателями свойств продукции и дает метод объединения единичных показателей в комплексный. При этом продукция более высокого качества имеет большее (или меньшее) значение комплексного показателя.

Комплексный показатель качества может быть определен двумя способами:

- средневзвешенными показателями качества продукции;
- функциональной зависимостью главного или интегрального показателя от исходных показателей качества продукции.

В первом случае комплексная оценка качества получается с помощью различных взвешенных, в том числе средних взвешенных относительных показателей.

Во втором случае функциональная зависимость комплексного показателя от исходных единичных показателей находится определением математической модели процесса использования продукции по назначению. Примерами таких показателей могут быть коэффициент готовности, а также интегральный показатель качества продукции.

Средневзвешенные показатели. Значения средних взвешенных показателей определяют усреднением совокупности относительных показателей q_i с коэффициентами весомости M_i по формулам:

- для среднего взвешенного арифметического показателя

$$K_o = \sum_{i=1}^m M_i q_i,$$

- для среднего взвешенного геометрического показателя

$$K_o = \prod_{i=1}^m (q_i)^{M_i},$$

$$\sum_{i=1}^m M_i = 1, \quad M_i > 0,$$

где m – число единичных свойств продукции, объединяемое в комплексный показатель ее качества.

Средние взвешенные абсолютные значения показателей качества определяются по аналогичным зависимостям:

$$K_o = \sum_{i=1}^m M_i P_i,$$

$$K_o = \prod_{i=1}^m (P_i)^{M_i}.$$

Здесь следует сделать одно замечание. При усреднении единичных показателей качества, имеющих различную размерность, их следует привести к одной размерности, т.е. произвести операцию трансформации шкал, либо показатели коэффициентов весомости должны иметь размерность, обратную размерности соответствующего показателя.

Указанные комплексные оценки (средняя арифметическая и средняя геометрическая) имеют достаточно широкое распространение, хотя и обладают рядом недостатков. Так, среднеарифметический показатель дает значимую погрешность при наличии большого разброса оценок единичных показателей, а среднегеометрический показатель вообще может стать равным нулю при условии, что хотя бы один из единичных показателей оказался равным нулю.

В [12] в качестве комплексного показателя принята средневзвешенная степенная зависимость:

$$K_o = \sqrt[m]{\sum_{i=1}^m (M_i q_i^2)}.$$

Зависимостью, занимающей промежуточное значение между среднеарифметической и среднегеометрической, является средняя гармоническая зависимость определения комплексного показателя качества:

$$K_o = \frac{\sum_{i=1}^m M_i}{\sum_{i=1}^m \frac{M_i}{q_i}} .$$

При оценке уровня качества продукции одного вида необходимо **учитывать условия ее эксплуатации** (потребления). При этом показатели качества продукции объединяются в единый комплексный показатель, для расчета которого также используют средние взвешенные показатели.

Средний взвешенный геометрический показатель, учитывающий различные условия использования продукции, определяется по зависимости:

$$K_o = \prod_{j=1}^n (P_j)^{\beta_j} ,$$

где P_j – значение исходного показателя качества продукции, используемой в j -й группе условий; β_j – коэффициент весомости j -й группы условий (относительный объем продукции, используемой в j -й группе условий); n – число групп условий.

Коэффициент весомости β_j определяют по формуле:

$$\beta_j = \frac{V_j}{\sum_{j=1}^n V_j} ,$$

где V_j – объем продукции, используемой в j -й группе условий, в натуральных или денежных единицах.

Рассмотрим пример, [10]:

Необходимо оценить уровень качества токарного станка с ЧПУ. В качестве комплексного показателя качества принята производительность станка D , дет/ч. Рассматриваются четыре станка: **А, Б, В, Г**. Каждый станок может быть использован в трех группах условий: I, II, III. Доли числа станков, используемых в соответствующих группах условий (коэффициенты весомости): $\beta_1 = 0,29$; $\beta_2 = 0,24$; $\beta_3 = 0,47$. Данные по производительности станков приведены в таблице 3.4.

На первом этапе необходимо оценить возможность замены среднего взвешенного геометрического показателя средним взвешенным арифметическим для k -го станка:

$$K_{ok} = \sum_{j=1}^m \beta_j P_{kj}$$

Так, средний взвешенный арифметический показатель для станка **A**:

$$K_{oA} = 0,29 \cdot 20 + 0,24 \cdot 30 + 0,47 \cdot 25 = 24,75 \text{ дет/ч.}$$

Таблица 3.4 – Исходные данные и результаты расчета при учете условий использования станков с ЧПУ

Станок	D_k , дет/ч			K_{ok} , дет/ч	Δ_{1k}	Δ_{2k}	ε_{max}
	I	II	III				
A	20	30	25	24,75	0,21	0,19	0,022
Б	25	20	30	26,16	0,14	0,24	0,029
B	15	25	50	33,85	0,48	0,46	0,115
Г	30	25	20	24,10	0,17	0,17	0,029

Максимальная погрешность ε_{max} замены среднего взвешенного геометрического средним взвешенным арифметическим показателем для станка **A** определяется по зависимостям:

$$\begin{aligned} \Delta_{1A} &= D_{Amax}/K_{oA} - 1 = 30/24,75 - 1 = 0,21; \\ \Delta_{2A} &= 1 - D_{Amin}/K_{oA} = 1 - 20/24,75 = 0,19; \\ \Delta_{maxA} &= \max\{\Delta_{1A}, \Delta_{2A}\} = 0,21; \\ \varepsilon_{max} &= 0,5 \cdot \Delta_{maxA}^2 = 0,022. \end{aligned}$$

Аналогично определяются погрешности и для других станков, см. таблицу 3.4. Поскольку для станка **B** $\varepsilon_{max} > 0,1$, то для него определим средний взвешенный геометрический показатель:

$$K_{oB} = (D_{B}^I)^{\beta_1} \cdot (D_{B}^{II})^{\beta_2} \cdot (D_{B}^{III})^{\beta_3} = 15^{0,29} \cdot 25^{0,24} \cdot 50^{0,47} = 29,7 \text{ дет/ч.}$$

Анализируя полученные данные, делаем вывод, что наилучшим является станок **B**, для которого значение комплексного показателя качества является максимальным и превышает аналогичные параметры для других станков на 12%.

Существует также и **смешанный метод оценки уровня качества продукции**. Он основан на одновременном применении единичных и комплексных показателей. Данная методика заключается в следующем:

- часть единичных показателей объединяют в группы, и для каждой из таких групп рассчитывают соответствующий

комплексный показатель. Остальные (наиболее важные для данной продукции) показатели используют как единичные в дальнейшем анализе;

- на основе имеющейся совокупности единичных и комплексных показателей оценивают технический уровень продукции дифференциальным методом.

3.3.4 Оценка уровня качества с помощью интегрального показателя

Комплексную оценку качества продукции при сроке ее службы до одного года можно определять с помощью интегрального показателя качества по зависимости:

$$I = \frac{Q}{K_{\Sigma} + S_T},$$

где Q – суммарный полезный эффект от эксплуатации (потребления) продукции за весь срок службы, выраженный в натуральных или денежных единицах; K_{Σ} – суммарные капитальные (единовременные) затраты на создание продукции, грн.; S_T – суммарные эксплуатационные (текущие) затраты за весь срок службы продукции, грн.

При сроке службы продукции более одного года интегральный показатель качества рассчитывают по формуле:

$$I = \frac{Q}{K_{\Sigma} \cdot \varphi(t) + S(t)},$$

где значения единовременных и текущих затрат также относятся к одному году эксплуатации продукции; t – срок службы продукции, лет;

$$\varphi(t) = \frac{(1 + E_n)^t}{\sum_{i=1}^t (1 + E_n)^i}, i = 1, \dots, t;$$

E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности.

Данное уравнение справедливо при следующих допущениях:

- ежегодный экономический эффект от эксплуатации продукции каждый год постоянный;
- ежегодные эксплуатационные затраты также одинаковы;
- срок службы составляет целое количество лет.

Данный показатель качества является аналогом параметрического метода оценки технико-экономического ее уровня, принятой при нормативном методе проектирования, см. п. 2.6.

Оценка уровня качества новой продукции с использованием интегрального показателя осуществляется следующим образом:

- при $I > 1$ новый образец лучше базового;
- при $I < 1$ новый образец хуже базового.

3.3.5 Определение коэффициентов весомости

Как было показано выше, свойства, определяющие качество продукции, не равнозначны по своей важности. Поэтому важным является определение весомости свойств. В настоящее время существуют несколько различных методик определения данных коэффициентов. Рассмотрим несколько наиболее применяемых, [10, 11].

Метод стоимостных регрессионных зависимостей. Основу данного метода составляет посылка: весомость является монотонно возрастающей функцией денежных или трудовых затрат, необходимых для обеспечения данного свойства. Для этого строят зависимость между затратами на создание и эксплуатацию данного вида продукции и показателями ее качества. Метод достаточно эффективен при условии, что число вариантов продукции превосходит число выбранных для сравнения показателей ее качества.

Вид зависимости, как правило, должен соответствовать используемому комплексному показателю качества. Например, для комплексной оценки качества, определяемой с помощью среднего взвешенного геометрического показателя, для построения регрессионной зависимости между затратами и показателями качества рекомендуется использовать зависимость:

$$\lg \frac{S_i}{S_{cp}} = \sum_{i=1}^m \mu_i \lg \frac{P_i}{P_i^{cp}},$$

где S_{cp} и P_i^{cp} – величины, полученные усреднением по всем вариантам продукции фактических затрат и соответствующих показателей качества; μ_i – параметры аппроксимации, определяемые методом наименьших квадратов.

В этом случае $M_i \approx \mu_i$, т.е. коэффициенты весомости равны соответствующим параметрам регрессионной зависимости.

К недостаткам метода можно отнести то, что весомость являясь функцией затрат, выраженной в стоимостной форме, также зависит от цен, которые, в свою очередь, подвержены сильным изменениям. При этом с каждым изменением величины затрат необходимо изменять и весомость свойств качества.

Метод предельных и номинальных значений. Данный метод рекомендуется применять, когда точно известны предельно допустимые значения показателей качества продукции данного вида. Коэффициенты весомости для различных типов средневзвешенных рассчитывают по зависимостям:

- для среднего взвешенного арифметического показателя

$$M_i = \frac{\lambda}{P_i - \tilde{P}_i};$$

- для среднего взвешенного геометрического показателя

$$M_i = \frac{\lambda}{\lg\left(\frac{P_i}{\tilde{P}_i}\right)};$$

- для среднего взвешенного степенного (квадратичного) показателя

$$M_i = \frac{\lambda}{P_i^2 - \tilde{P}_i},$$

где \bar{P}_i – номинальное (среднее статистическое) значение показателя качества; \tilde{P}_i – предельное значение для показателя качества; λ – постоянный множитель.

Значения λ следует выбирать так, чтобы относительные изменения среднего взвешенного показателя были равны соответствующим относительным изменениям затрат на создание и эксплуатацию продукции. Для этого можно использовать, например, метод стоимостных регрессионных зависимостей или метод эквивалентных соотношений.

Метод эквивалентных соотношений. Метод рекомендуется применять, когда имеется обоснованность того, что относительному изменению количества продукции $\Delta V_i / V_i$ эквивалентно, с точки зрения общего эффекта от применения продукции по назначению, рассматриваемое относительное изменение данного показателя качества, $\Delta P_i / P_i$.

Тогда коэффициенты весомости, например, для среднего взвешенного геометрического показателя, определяют по зависимости:

$$M_i \approx \frac{\Delta V_i}{V_i} / \frac{\Delta P_i}{P_i}, i = 1, \dots, m.$$

Экспертный метод. Данный метод базируется на принятии решений на основе обработки мнений экспертов.

С точки зрения методики проведения опросов экспертов, в настоящее время наиболее совершенным считается метод Делфи (или делфийского оракула), который был предложен в США в начале 50-х годов XX века Т. Дж. Гордоном и О. Хелмером. Основными характерными чертами метода Делфи являются:

- ответы на поставленные вопросы должны обязательно содержать количественную характеристику;
- проводится несколько туров опроса;
- после каждого тура все эксперты знакомятся с ответами других участников опроса;
- от экспертов получают обоснования мнений и также доводят их до других участников опроса;
- статистическая обработка результатов опроса проводится после каждого тура.

Как правило, проводится около трех туров опроса, количество экспертов рекомендуется 10 – 12.

Таким образом, экспертный метод реализуется за 4 этапа:

- организация опроса;
- проведение опроса;
- обработка результатов опроса и получение оценок весомости;
- анализ результатов.

Организация опроса. На данном этапе главным является выбор экспертов. Для определения квалификации эксперта проводится сравнение его оценок со значениями средней оценки. Также возможно использование решения экспертами некоторых тестовых задач.

Наиболее объективным критерием пригодности эксперта может служить значение погрешности определения весомости ΔM , которая представляет собой разность значений весомости, назначенной экспертом, M , и истинной (например, средней) весомости, $M_{ист}$:

$$\Delta M = | M_{ист} - M |.$$

Данная погрешность складывается из двух составляющих: систематической, ΔM_c , и случайной, $\Delta M_{сл}$:

$$\Delta M = |\Delta M_c \pm \Delta M_{cl}|.$$

Систематические и случайные погрешности вызываются различными причинами: информационными (например, недостаток информации об объекте), личными (состоянием здоровья эксперта и др.).

В группу отбирают тех экспертов, у которых значение случайной составляющей погрешности оценки является минимальным. Для этого используют оценку воспроизводимости мнений экспертов во времени. Другими словами эксперт производит оценку одних и тех же свойств тестового объекта, но через значительные (один – два месяца) промежутки времени.

После определения квалификации назначают количество экспертов и разрабатывают карты опроса, которые эксперты будут заполнять.

Проведение экспертного опроса и получение оценок весомости. Существует шесть методов экспертного определения весомостей и получение оценок коэффициентов весомости. Рассмотрим некоторые из них.

Метод предпочтения. Эксперт нумерует все свойства в порядке их предпочтения так, что наименее предпочитаемое (важное) свойство получает номер 1, следующее по важности – номер 2 и т.д.

Расчетная формула для определения коэффициента весомости i -го свойства

$$M_i = \frac{\sum_{j=1}^r W_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^r W_{ij}},$$

где W_{ij} – место, на которое поставлена весомость i -го свойства у j -го эксперта; r – количество экспертов; m – количество свойств.

Метод ранга. Эксперт оценивает каждое свойство по шкале относительной значимости в диапазоне 1 – 10, причем эксперту разрешено выбирать и дробные оценки.

Расчетная формула:

$$M_i = \frac{\sum_{j=1}^r M_{ij}}{\sum_{j=1}^r \sum_{i=1}^m M_{ij}},$$

где

$$M_{ij} = \frac{P_{ij}}{\sum_{i=1}^m P_{ij}},$$

причем p_{ij} – оценка весомости i -го свойства у j -го эксперта.

Метод попарного сопоставления. Эксперт заполняет матрицу, рис. 3.3, в которой по горизонтали и вертикали обозначены все сравниваемые свойства.

	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅
M ₁				
	M ₂			
		M ₃		
			M ₄	

Рис. 3.3- Карта опроса экспертов

На рис. 3.3 название соответствующих свойств заменено их соответствующими весомостями, M_i .

В каждой клетке, относящейся к двум сравниваемым свойствам, эксперт проставляет номер того (из сравниваемой пары) свойства, которое он считает более важным. Расчетные формулы:

$$M_i = \frac{\sum_{j=1}^r M_{ij}}{\sum_{j=1}^r \sum_{i=1}^m M_{ij}},$$

где

$$M_{ij} = \frac{f_{ij}}{J},$$

причем

$$f_{ij} = \sum_{i=1}^{m-1} f_{\binom{i}{i'}} j.$$

Здесь f_{ij} – частота превалирования у j -го эксперта весомости i -го свойства над весомостями всех остальных свойств; $f_{(i'i)j}$ – частота превалирования у j -го эксперта весомости i -го свойства над весомостью i' -го свойства; J – число суждений, равное

$$J = 0,5m(m-1).$$

Анализ результатов. Для оценки степени согласованности различных экспертов используется коэффициент конкордации, который позволяет определить, существует ли неслучайная согласованность в мнениях экспертов:

$$W = \frac{12s}{r^2(m^3 - m)},$$

где s – сумма квадратов отклонений средней суммы рангов от суммы рангов каждого фактора.

Разность между суммой рангов каждого фактора и средней суммой рангов:

$$\Delta_i = \sum_{j=1}^r a_{ij} - T,$$

причем

$$T = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^r a_{ij}}{m}.$$

Здесь a_{ij} – ранг i -го фактора у j -го эксперта.

Если значение коэффициента конкордации окажется достаточно высоким (это табулированная величина), то, следовательно, существует неслучайная согласованность во мнениях экспертов. В противном случае необходимо повторять опрос экспертов.

3.4 Оценка качества разнородной продукции

Качество однородной продукции, как было показано выше, определяется единичными, комплексными или интегральными показателями. Для оценки качества разнородной продукции используют **индексы качества** продукции и **индексы дефектности** продукции.

3.4.1 Индексы качества продукции

При оценке качества разнородной продукции, так же как и при оценке качества продукции одного вида, используют средние взвешенные арифметический и геометрический **индексы качества**, определяемые по зависимостям:

$$U_a = \sum_{k=1}^N \alpha_k \Theta_k;$$
$$U_z = \prod_{k=1}^N (\Theta_k)^{\alpha_k},$$

где Θ_k – значение относительного или комплексного показателя качества k -го вида продукции;

$$\Theta_k = \frac{R_k}{R_k^{\bar{o}}}, k = 1, \dots, N,$$

R_k – значение единичного или комплексного показателя качества k -го вида продукции; $R_k^{\bar{o}}$ – базовое значение показателя качества k -го вида продукции; α_k – относительный объем k -го вида продукции (коэффициент весомости);

$$\alpha_k = \frac{C_k}{\sum_{k=1}^N C_k};$$

$$\sum_{k=1}^N \alpha_k = 1, \quad \alpha_k \geq 0;$$

C_k – объем производства продукции k -го вида в денежном выражении.

Для штучной продукции

$$C_k = V_k \cdot S_k;$$

$$\sum_{k=1}^N C_k = \sum_{k=1}^N (V_k \cdot S_k),$$

где V_k – количество изделий k -го вида продукции; S_k – затраты на создание и эксплуатацию изделия k -го вида продукции; N – число различных видов продукции.

В случае, когда усредненные исходные значения относительных показателей сравнительно мало отличаются друг от

друга, возможно применение среднего взвешенного арифметического индекса качества. Возможность замены среднего взвешенного геометрического средним взвешенным арифметическим индексом качества также (как и для комплексных показателей качества) оценивается по величине максимальной погрешности замены ε_{max} , величина которой не должна превышать 0,1, или 10%.

Рассмотрим пример [10]. Необходимо проанализировать динамику качества сверл различных типоразмеров, выпускаемых предприятием в течение года.

За исходный показатель качества сверл каждого типоразмера принимается средняя стойкость инструмента T_i . В качестве базовых показателей, $T_i^{\bar{}}$ принято среднее значение стойкости сверл i -го типоразмера, изготовленных в первом квартале года.

Исходные данные приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Исходные данные для расчета индексов качества

Ти- по- раз- мер	$T_i^{\bar{}}$, мин	T_i , мин				$\Theta_i = T_i/T_i^{\bar{}}$			Средний годовой объем выпуска, C_k , тыс. грн.
	Квартал								
	I	II	III	IV	II	III	IV		
1	409	445	460	470	1,08	1,12	1,15	351	
2	522	650	650	630	1,04	1,04	1,01	542	
3	423	500	600	600	1,18	1,42	1,42	427	
4	528	480	460	450	0,91	0,87	0,85	502	
5	682	550	590	590	0,80	0,86	0,86	560	
$\sum C_k =$								2382	

В нашем случае общий эффект от использования сверл каждого типоразмера зависит от произведения их средней стойкости на количество изготовленных сверл. При этом коэффициенты весомости для каждого типоразмера:

$$\alpha_1 = 351 / 2382 = 0,147; \quad \alpha_2 = 542 / 2382 = 0,228;$$

$$\alpha_3 = 427 / 2382 = 0,179; \quad \alpha_4 = 502 / 2382 = 0,211;$$

$$\alpha_5 = 560 / 2382 = 0,235.$$

Поскольку разброс значений относительной стойкости сверл невелик, то используем средний взвешенный арифметический индекс качества:

- для второго квартала

$$U_a^{II} = 0,147 \cdot 1,08 + 0,228 \cdot 1,04 + 0,179 \cdot 1,18 + 0,211 \cdot 0,91 + 0,235 \cdot 0,80 = 0,98.$$

- аналогично для третьего и четвертого кварталов

$$U_a^{III} = 1,04;$$

$$U_a^{IV} = 1,03.$$

Проанализировав полученные данные, делаем вывод, что во втором квартале качество продукции предприятия по сравнению с первым кварталом понизилось, а в третьем квартале повысилось, что было, вероятно, обусловлено принятыми мерами по улучшению качества.

3.4.2 Индексы дефектности продукции

Качество продукции у изготовителя формируется на основе технического уровня (качества модели) и качества изготовления. Чем выше качество изготовления, тем ближе качество продукции к качеству модели. Другими словами, если качество модели является эталоном, то любое отклонение, выходящее за пределы, допускаемые моделью, означает ухудшение качества продукции. Кроме того, если показатели модели технически целесообразны и экономически оптимальны, то превышение их нецелесообразно и необосновано.

Таким образом, количество и значимость отклонений (дефектов) от заданных моделью значений могут определять качество продукции. Под **индексом дефектности** продукции понимается среднее взвешенное значение относительных показателей дефектности различных видов продукции.

В отличие от дефекта, под **недостатком** понимается любое отклонение параметров продукции от эталона (модели), если это отклонение не оговаривается нормативно-технической документацией.

Под **показателем дефектности продукции** понимается среднее взвешенное число дефектов, приходящихся на одно изделие или на одну единицу продукции.

Под **относительным показателем дефектности** продукции понимается отношение показателя дефектности исследуемого изделия к базовому показателю дефектности. За базовое значение показателя дефектности может быть принято значение показателя дефектности базового изделия или показателя дефектности для того же вида изделий, но за какой-то определенный период времени.

При определении индекса дефектности продукции определенного вида необходимо заранее составить перечень всех встречающихся на практике дефектов и недостатков, а также присвоить этим дефектам и недостаткам определенные весовые

коэффициенты ξ_i . Причем, дефекты имеют коэффициенты весомости больше, чем недостатки.

Для определения коэффициентов весомости дефектов и недостатков используют два метода:

- стоимостной метод, при котором коэффициент весомости принимается равным стоимости устранения дефекта или недостатка;
- экспертный метод.

Для определения показателя дефектности берется выборка объемом n единиц продукции. Обозначим через m_i число дефектов (недостатков) i -го вида. Тогда показатель дефектности продукции:

$$D = n^{-1} \sum_{i=1}^d (m_i \cdot \xi_i),$$

где d – число всех видов дефектов и недостатков, встречающихся у данной продукции.

3.5 Оценка конкурентоспособности продукции

Анализ конкурентоспособности продукции является важным этапом для выработки стратегии предприятия, создает основу повышения технического уровня и качества продукции. Изложенная методика оценки качества продукции позволяет получить и обобщенный показатель, характеризующий уровень ее конкурентоспособности. Вызывает интерес методика оценки конкурентоспособности, изложенная в [13].

Согласно данной методике при определении соответствия продукции запросам потребителей необходимо учитывать все факторы, влияющие на конкурентоспособность, и провести сравнение с лучшим, имеющимся на рынке образцом аналогичной продукции. Сравнение рекомендуется проводить с разбиением всех свойств продукции на группы. Затем вычисляется показатель соответствия запросам потребителей:

$$G = H + T + O + E,$$

где H – показатель соответствия неисчисляемых параметров (например, параметров эстетических свойств); T – показатель соответствия технических параметров; O – показатель соответствия эксплуатационных параметров; E – показатель соответствия экономических параметров.

Все суммируемые показатели являются произведениями логических переменных, являющихся логическими результатами сравнения отдельных показателей по группам. Логические показатели принимают значения, равные 0 (если анализируемый

параметр не соответствует запросам потребителей) и 1 (если соответствует).

В общем виде

$$\begin{cases} H = \prod_i H_i \\ T = \prod_j T_j \\ O = \prod_k O_k \\ E = \prod_l E_l, \end{cases}$$

где H_i , T_j , O_k , E_l – результаты сравнения соответственно неисчисляемых, технических, эксплуатационных и экономических параметров.

В результате вычислений получаем четыре показателя, имеющих значения 0 или 1, т.е. $G \in [0, 1, 2, 3, 4]$. При $G = 0$ – продукция не соответствует запросам потребителей, при $G = 1..3$ – соответствует по неполному количеству параметров, при $G = 4$ – идеальный результат, при котором продукция полностью соответствует требованиям потребителя.

Полученное значение показателя соответствия запросам потребителя приводится к нормальной форме, т.е. относится к общему количеству групп параметров – в нашем случае к 4:

$$G_o = G/4.$$

Сравнение параметров оцениваемой продукции с аналогичными параметрами продукции, производимой конкурентами, осуществляется дифференциальными методом по относительным значениям единичных показателей (см. п. 3.3.1). Общий безразмерный показатель для определенной группы параметров

$$Q = \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot q_i, \quad \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1, \quad (3.1)$$

где q_i – относительная оценка i -го параметра; α_i – коэффициент весомости i -го параметра в рассматриваемой группе параметров.

Значения коэффициентов весомости можно определить, например, экспертными методами ранга или предпочтения (см. п. 3.3.5).

Затем оценки каждой группы параметров продукции сводятся в общую оценку с учетом весомости каждой группы параметров.

Например, для групп технических, эксплуатационных и экономических параметров указанная оценка будет иметь вид:

$$K = \frac{\beta_1 \cdot \tilde{T} + \beta_2 \cdot \tilde{O}}{\beta_3 \cdot \tilde{E}},$$

где \tilde{T} , \tilde{O} , \tilde{E} - соответственно безразмерные показатели технической, эксплуатационной и экономической групп показателей, рассчитанные по зависимости (3.1); β_j – коэффициенты весомости соответствующих групп показателей.

В конце расчета определяем безразмерный коэффициент, характеризующий соответствие анализируемой продукции запросам потребителя и лучшим образцам аналогичной продукции, имеющимся на рынке:

$$K_o = K \cdot G_o.$$

Градация коэффициента K_o приведена в таблице 3.6.

Таблица 3.6 - Градация коэффициента, характеризующего конкурентоспособность продукции

Значения K_o	Оценка продукции
0	Продукция не соответствует области применения или запросам потребителя.
$0 < K_o < 1$	Продукция соответствует запросам потребителя и области применения, но уступает в области технологий и характеристик конкурирующей продукции.
1	Анализируемые продукты идентичны, что возможно только в редких случаях. Необходимо проверить исходные данные и расчеты.
$K_o > 1$	Лидирующее положение на рынке.

Следует отметить, что точность расчетов по приведенной методике зависит от полноты учета свойств анализируемой продукции, коэффициентов весомости и др. Учет как можно большего числа показателей приводит к дополнительным затратам, что не всегда целесообразно. Следовательно, первоначальный анализ конкурентоспособности следует проводить по ограниченному числу параметров, расширяя в дальнейшем их круг.

Вопросы для самоконтроля к главе 3

1. Что понимают под «квалиметрией»?
2. Приведите классификацию промышленной продукции.
3. Приведите классификацию показателей качества продукции.
4. Охарактеризуйте показатели назначения продукции.
5. Охарактеризуйте показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости и надежности продукции.
6. Охарактеризуйте эргономические и эстетические показатели качества продукции.
7. Охарактеризуйте показатели технологичности продукции.
8. Приведите таблицу применяемости показателей качества к различным группам промышленной продукции.
9. С помощью каких показателей оценивается качество однородной продукции?
10. В чем заключается дифференциальный метод оценки качества продукции?
11. Приведите примеры нелинейных зависимостей между показателем качества и его оценкой.
12. Как оценивается качество продукции с помощью комплексного показателя?
13. Приведите примеры комплексных показателей.
14. Как учитываются условия эксплуатации продукции при определении комплексного показателя ее качества?
15. В чем заключается смешанный метод оценки уровня качества продукции?
16. Сущность интегрального показателя качества продукции.
17. Охарактеризуйте методы определения коэффициентов весомости.
18. Приведите последовательность проведения экспертного метода определения коэффициентов весомостей.
19. Охарактеризуйте методы экспертного определения и расчета коэффициентов весомостей.
20. Как рассчитывается коэффициент конкордации мнений экспертов?
21. Каким образом осуществляется оценка качества разнородной продукции с использованием индексов качества?
22. Каким образом осуществляется оценка качества разнородной продукции с использованием индексов дефектности?
23. Каким образом оценивается конкурентоспособность продукции?