

Министерство образования и науки Российской Федерации
Псковский государственный политехнический институт

И.Г. Ершова

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ МАШИН

Конспект лекций

Для студентов экономических специальностей



Псков
Издательство ППИ
2010

УДК 621. 753
Е80

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
Псковского государственного политехнического института

Ершова И.Г. Методы оценки технического уровня машин: Конспект лекций. Псков, 2010. – 59с.

Конспект лекций по дисциплине «Методы оценки технического уровня машин» предназначен для студентов специальности 060800 – «Экономика и управление на предприятиях машиностроения».

© Псковский государственный
политехнический институт, 2010
© Ершова И.Г. 2010

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ МАШИН

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ.

Целью дисциплины «МОТУМ» является изучение теоретических основ и практических рекомендаций по методам оценки технического уровня и качества продукции на предприятиях машиностроения, а также получение практических навыков по определению значений параметров продукции и их оценке.

Задачи дисциплины:

- Изучить теоретические основы и методы количественной оценки технического уровня продукции машиностроения;
- Освоить методики определения единичных, комплексных и обобщенных показателей качества продукции;
- Научиться расчетам показателей качества и относительного уровня качества конкурентоспособной продукции;
- Получить навыки и умения принятия конкретных управленческих решений по повышению технического уровня и конкурентоспособности продукции;
- Ознакомиться с практическим опытом оценки и обеспечения высокого технического уровня машин, оборудования и других технических изделий.

Программа курса

Лекции – 32 ч.

Практические занятия и лабораторные работы – 16 ч.

Экзамен.

Рекомендуемая литература:

1. **Федюкин В.К., Дурнев В.Д., Лебедев В.Г. Методы оценки и управления качеством промышленной продукции. Учеб. пособие. – СПб.: СПбГИЭА, 2000. – 328с.**
2. **Якушев А.И., Воронцов Л.Н., Федотов Н.М. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: Учебник для втузов. – М.: Машиностроение, 1986. – 352с.**
3. Купряков Е.М. Стандартизация и качество промышленной продукции: учебник для вузов.- М.: Высш. шк., 1985. – 288с.
4. Стандартизация и управление качеством продукции: Учебник для вузов /В.А. Швандар, В.П. Панов, Е.М. Купряков и др.; Под ред. В.А. Швандара. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. – 487с.
5. Журнал «Стандарты и качество»

ВВЕДЕНИЕ.

Экономическое развитие государства обусловлено в основном его научно-техническим развитием. При этом очевидно, что **проблема повышения качества и конкурентоспособности** разнообразных товаров и услуг не просто актуальна, а является одной из важнейших.

Необходимость обеспечения **качества отечественной продукции** определяется следующими важнейшими обстоятельствами:

- внедряются рыночные отношения, основу которых составляет использование экономических стимулов и рычагов в прямой зависимости от повышения качества продукции и степени удовлетворения потребности населения в высококачественных видах продукции;
- значительно усиливаются взаимосвязи между экономической и технической сторонами качества;
- осуществляется существенная перестройка государственной системы стандартизации;
- широко распространяется внедрение международных стандартов ИСО серии 9000 по системам обеспечения качества, как необходимое условие проведения сертификации отечественной продукции и повышение ее конкурентоспособности на мировом рынке;
- в организации работ по повышению качества продукции используется положительный опыт по созданию КС УКП (комплексная система управления качеством продукции).

Обратимся к законодательно принятым определениям понятия КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ.

1. В соответствии со стандартом ИСО 8402-84. **Качество** продукции – совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворять установленные и предполагаемые потребности.
2. ГОСТ 15467-79. **Качество продукции** – это совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением.

Из приведенных формулировок следует, что **качество можно оценить** через количественное измерение реальных свойств продукции и количественную оценку тех потребностей, которым эти свойства должны удовлетворять.

*Проблема **адекватной количественной оценки качества** продукции осложнена установлением единой численной характеристики и всех свойств предполагаемым потребностей. Кроме того, показатели свойств оцениваемой продукции должны быть сведены к обобщенному показателю качества данной продукции.

*Второй по значимости категорией КВАЛИМЕТРИИ является понятие о **ПОТРЕБНОСТЯХ** людей в определенном качестве продукции и о количественной оценке этих потребностей.

Потребность – это осознанная необходимость, которая носит в основном объективный характер и зависит от уровня материальной и духовной жизни людей.

Способность продукции удовлетворять конкретные потребности характеризуется ее **полезностью**.

Полезность, в свою очередь, оценивается **потребительской стоимостью**, обусловленной уровнем потребительских свойств.

А совокупность основных потребительских свойств составляет качество продукции.

Следовательно, **потребность взаимосвязана с качеством через: назначение, полезность, потребительские свойства и потребительскую стоимость продукции.**

Система оценки качества в задачах управления.

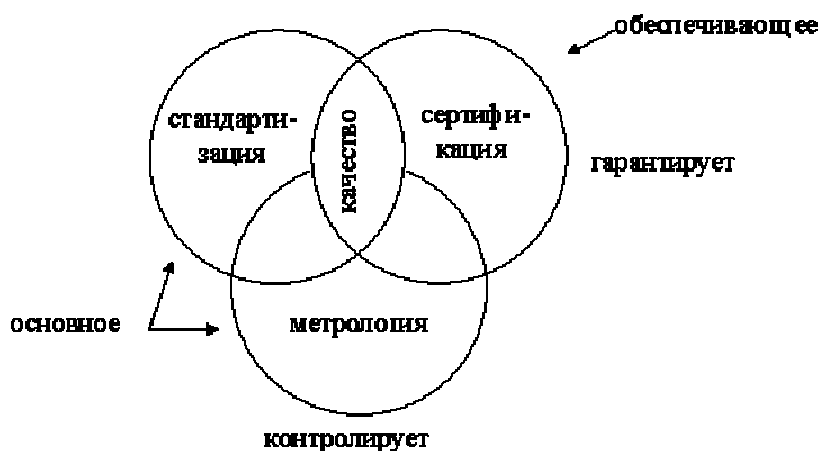
В условиях рыночной экономики **система оценки качества продукции** должна наиболее полно соответствовать особенностям рыночных отношений между производителями и потребителями. Для этого предполагается решение следующих задач:

1. **Объективной оценки качества** продукции на различных этапах взаимодействия разработчиков, изготовителей и потребителей с учетом взаимосвязи качества, количества и цены потребления.

2. Достаточно полного выявления свойств и показателей, характеризующих качество продукции, а так же объективного отражения их в нормативно – технических документах на продукцию.

3. Оперативного получения всех необходимых объективных данных о качестве продукции, ее техническом уровне и конкурентоспособности на любом этапе жизненного цикла продукции.

При этом управление качеством имеет тесно связанные направления: стандартизация, сертификация и квалиметрия, (взаимосвязь которых представлена на рисунке):



Для управления качеством продукции его повышением необходимо оценить **УРОВЕНЬ КАЧЕСТВА**.

Область деятельности, связанная с количественной оценкой качества продукции называется **КВАЛИМЕТРИЕЙ** (от латинского *quails* – какого качества и греческого *metrio* - измеряю).

В связи с большой сферой применения квалиметрии ее считают дисциплиной, изучающей проблему оценки качества **любых объектов - предметов и процессов**.

В повышении качества продукции определяющая роль принадлежит **стандартизации**.

Стандартизация – деятельность по установлению в НД определенных требований (норм, правил и характеристик). В соответствии с законом РФ “О стандартизации”, устанавливаемые требования должны быть направлены на обеспечение:

- Безопасности продукции, работ и услуг для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества.
- Взаимозаменяемости продукции.
- Качества продукции, работ и услуг в соответствии с уровнем развития науки, техники и технологии.
- Единства измерений.
- На обеспечение экономии всех видов ресурсов.

Стандарт регламентирует показатели качества выпускаемой и разрабатываемой продукции, устанавливает комплекс норм, правил, требований к конструкторской и технологической документации, технологическому оснащению и оборудованию, способствует повышению уровня унификации, взаимозаменяемости, развитию автоматизации производственных процессов, росту эффективности эксплуатации и ремонта изделий.

Огромная роль в безусловном обеспечении заданного уровня качества продукции в машиностроении, принадлежит метрологии.

Метрология – это наука об измерениях, методах достижения их единства и требуемой точности. Совершенствование средств и техники измерения во многом определяет уровень и эффективность промышленного производства, качества технических устройств.

Важным направлением работ по повышению технического уровня и качества продукции, обеспечению ее конкурентоспособности на внешнем рынке является **сертификация**.

Сертификация – система действий, подтверждающих соответствие фактических характеристик продукции требованиям стандартов или иных документов, которые приняты в той или иной стране, в международных организациях. **При этом результаты стандартизации по отношению к сертификации первичны.**

Т.О. стандартизация, метрология и сертификация являются инструментами обеспечения качества продукции.

Поэтому овладение методами обеспечения качества и оценкой технического уровня продукции, базирующимися на триаде – стандартизация, метрология и сертификация, является одним из главных условий выхода продукции на рынок с конкурентоспособной продукцией.

КВАЛИМЕТРИЯ. Основные положения квалиметрии

Для оценки ТУ и качества продукции (машин и других изделий) нужна четкая система показателей и методов их определения.

Научная и практическая область, в рамках которой занимаются разработкой теоретических основ и методов количественной оценки качества продукции называется квалиметрией.

КВАЛИМЕТРИЯ - (от латинского *quodis* – какой, какого качества и древнегреческого *μετροω* – мерить, измерять) – **научная область, объединяющая методы количественной оценки качества различных объектов.**

Квалиметрия подразделяется на **теоретическую** и **прикладную**.

Теоретическая квалиметрия, абстрагируясь от конкретных объектов, обосновывает и разрабатывает принципы и общие методы количественной оценки качества.

Основная задача **прикладной квалиметрии** – разработка методов количественной оценки качества, учитывающих специфику конкретных видов продукции.

Основные задачи квалиметрии:

- обоснование номенклатуры показателей качества,
- разработка методов определения показателей объектов и их оптимизации,
- оптимизация типоразмеров и параметрических рядов изделий,
- разработка принципов построения обобщенных показателей качества и обоснование условий их использования в задачах стандартизации и управления качеством.

ПРИНЦИПЫ КВАЛИМЕТРИИ

У квалиметрии, как и у всякой научной дисциплины, есть свои методологические принципы, содержание которых состоит в нижеследующем.

1. В отношении оценки качества товарной продукции проблема состоит в том, что у потребителей и производителей продукции существенно разные интересы. Производитель не всегда заинтересован и часто не может создавать качественные товары, а продавать их он стремится по наиболее высокой цене. Потребитель же заинтересован в дешевой, но качественной продукции. Поэтому соответствующие методы оценки качества продукции могут быть разными. **Задача квалиметрии - разрабатывать такие методы, приемы и средства оценивания качества продукции, которые учитывают общественные интересы, т.е. интересы потребителей и производителей.**

2. Приоритет в выборе определяющих показателей для оценки качества продукции всегда на стороне потребителя.

Дело в том, что количественная оценка качества, как правило, осуществляется не по всем возможным показателям, характеризующим свойства продукции, а по нескольким наиболее значимым, определяющим показателям. В силу того, что полезный эффект от продукции достигается при ее эксплуатации или потреблении, то при оценивании качества продукции преимущественно используются те показатели, которые характеризуют способность продукции "удовлетворять определенные потребности с соответствием с ее назначением". Продукция создается для сферы потребления, поэтому в квалиметрии отдается предпочтение показателям потребительских свойств.

3. Следующий принцип можно сформулировать так: квалиметрическая оценка качества продукции не может быть получена без наличия эталона для сравнения - без базовых значений показателей определяющих свойств и качества в целом.

Абсолютные значения отдельных показателей качества еще не характеризуют качество, не являются оценочными. Для количественной оценки качества необходимо знать значения аналогичных показателей качества других или другого аналогичного образца. Конечным результатом оценки, т.е. количественной оценкой качества исследуемого образца продукции является относительная величина значений обобщенного показателя его качества и такого же показателя базового, эталонного образца.

4. Показатель любого уровня обобщения, кроме самого нижнего (исходного) уровня, предопределяется соответствующими показателями предшествующего иерархического уровня – (критерий оценки).

Под самым низким иерархическим уровнем показателей следует понимать единичные показатели простейших свойств, формирующих качество. Более высокий иерархический уровень составляют обобщенные показатели качества. Показателем качества высшего иерархического уровня является интегральный показатель.

5. При использовании метода комплексной оценки качества продукции все разноразмерные показатели свойств должны быть преобразованы и приведены к одной размерности или выражены в безразмерных единицах измерения.

6. При определении комплексного показателя качества каждый показатель отдельного свойства должен быть скорректирован коэффициентом его весомости (значимости).

7. Сумма численных значений коэффициентов весомостей всех показателей качества на любых иерархических ступенях оценки имеет одинаковое значение (в долях от единицы или по определенной балльной шкале).

8. Качество целого объекта (в частности, продукции или процесса) обусловлено качеством его составных частей.

Вышеперечисленные методологические принципы квалиметрии не исчерпывают всех концептуальных положений этой области науки. Однако они являются основополагающими при решении общих и частных вопросов, связанных с методами оценки качества объектов реальности и технической продукции в частности.

Основными положениями квалиметрии являются следующие (вариант 2):

1. Продукт труда характеризуется отдельными свойствами – объективными особенностями продукции, которые могут проявляться при ее создании или эксплуатации. Эти свойства могут быть сложными и простыми.
2. **Качество продукции**– это совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением (ГОСТ 15467-79, ИСО 8402-94).
3. Пригодность к использованию продукта оценивается с точки зрения интересов общества (потребителя).
4. **Качество представляется в виде иерархической структуры (дерева свойств)**, на самом высоком уровне которой находится качество, а на самом низком – простые свойства.
5. Отдельные **свойства могут быть измерены** в определенных единицах измерения. В результате такого измерения определяются абсолютные значения показателей качества.
6. **Измерение** – это установление абсолютных значений показателей качества может производиться:
 - на основе физических экспериментов – методами метрологии (измерение геометрических размеров, массы, твердости, электропроводности и т.д.);
 - на основе психологических экспериментов – методами экспериментальной психологии (экспертное измерение эстетических и эргономических свойств – вкуса, запаха, цвета);
 - на основе построения аналитических моделей функционирования объекта – методами определения эффективности, разработанными в теоретических и экономических науках.
7. Кроме абсолютного значения показателя **каждое свойство может характеризоваться и относительным значением показателя**, выявляющим степень его пригодности для использования по назначению с аналогичным показателем другого продукта. Этот относительный показатель определяется сопоставлением значения показателя с базовым значением показателя, отражающим изменяющийся во времени уровень общественной потребности.
8. Наряду с абсолютным и относительными значениями показателя, **каждое свойство характеризуется также своей весомостью** (значимостью, важностью) среди всех остальных свойств. Показатель качества характеризуется коэффициентом весомости, который является количественной характеристикой значимости данного показателя качества продукции среди других показателей ее качества.
9. **Количественной характеристикой качества является уровень качества продукции**, основанный на сравнении значений показателей качества оцениваемой продукции с базовыми значениями соответствующих показателей.

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В соответствии с ГОСТ 15467-79 "Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения" и ИСО 8402 **основными понятиями квалиметрии являются:**

1. Качество продукции - совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением.

2. Свойство продукции - объективная особенность продукции, которая может проявляться при ее создании, эксплуатации или потреблении.

Качеством машины называют совокупность свойств, обуславливающих пригодность машины выполнять указанные функции в заданном диапазоне изменения условий эксплуатации. Качество машины принято характеризовать системой показателей, устанавливаемых действующими стандартами.

3. Уровень качества – это относительная характеристика качества продукции, основанная на сравнении значений показателей качества оцениваемой продукции с базовыми значениями соответствующих показателей.

4. Технический уровень (ТУ) продукции – относительная характеристика качества продукции, основанная на сопоставлении значений показателей, характеризующих техническое совершенство оцениваемой продукции с базовыми значениями соответствующих показателей. Следовательно, понятие «технический уровень» продукции – это то же, что и «уровень качества», но применяемое к техническим изделиям.

При определении численного значения технического уровня учитывают совокупность технических, технологических, эксплуатационных, экономических, экологических и других показателей качества, выражающих степень совершенства продукции и ее соответствия требованиям потребителей (потребностям).

Технический уровень (мощность, КПД, производительность, точность работы, степень автоматизации, экономичность и др.) **определяет степень совершенства машины.**

5. Техническое совершенство (ТС) продукции - совокупность наиболее существенных свойств продукции, определяющих ее качество и характеризующих научно-технические достижения в развитии данного вида продукции.

6. Оценка уровня качества продукции - совокупность операций, включающая выбор, номенклатуры показателей качества оцениваемой продукции, определение значений этих показателей и сопоставление их с базовыми.

7. Оценка технического уровня продукции - совокупность операций, включающая выбор номенклатуры показателей, характеризующих техническое совершенство оцениваемой продукции, определение значений этих показателей и сопоставление их с базовыми.

Осмысление приведенных исходных терминов и их определений позволяет убедиться в том, что **оценка технического уровня машин - это подробная количественная оценка их качества.** Методы оценки качества продукции и определения численных значений параметров качества основаны на законах квалиметрии.

8. Базовые образцы - образцы продукции, представляющие передовые научно-технические достижения в развитии данного вида продукции.

9. Вид продукции - совокупность образцов продукции одного назначения и области применения.

10. Показатель качества продукции - количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции, входящих в ее качество, рассматриваемая применительно к определенным условиям ее создания и эксплуатации или потребления.

МЕТРОЛОГИЯ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ШКАЛЫ

1.1. Метрология и ее составляющие

Метрология (от греч. «metron» - мера, «logos» - учение) - наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности (ГОСТ 16263–70).

Предмет метрологии - измерения, их единство и точность.

Метрология включает в себя методы выполнения практически всех измерительных работ на производстве, а также их правовые и теоретические основы.

Правовые основы (законодательная метрология) обеспечивают единообразие средств и единство измерений посредством установленных государством правил. Государственное регулирование выполняется посредством правовых актов через федеральные органы исполнительной власти (министерства и ведомства), Государственную метрологическую службу и метрологические службы предприятия и организаций.

Теоретическая (фундаментальная) **метрология** разрабатывает фундаментальные основы данной науки.

Прикладная (практическая) **метрология** освещает вопросы практического применения разработок теоретической и положений законодательной метрологий.

Единство измерений – состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах величин и погрешности измерений не выходят за установленные границы с заданной вероятностью.

Для обеспечения единства измерений выполняются следующие условия:

- применяются только узаконенные правилами единицы измерений;
- устанавливаются допустимые погрешности измерений и пределы, за которые они не должны выходить при заданной вероятности.

Все объекты окружающего мира характеризуются своими свойствами.

Свойство – категория качественная. Для количественного описания различных свойств процессов и физических тел вводится понятие величины.

Величина – это свойство чего-либо, что может быть выделено среди других свойств, оценено тем или другим способом, в том числе и количественно

Величины можно разделить на два вида: реальные и идеальные.



Рис.1 Классификация величин

Идеальные величины относятся к математике и являются обобщением (моделью) конкретных реальных понятий.

Реальные величины делятся, в свою очередь, на физические и нефизические.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА - одно из свойств физического объекта, которое является общим в качественном отношении для многих физических объектов, отличаясь при этом количественным значением.

Физические величины **ФВ** целесообразно разделить на **измеряемые и оцениваемые**.

Измеряемые ФВ могут быть выражены количественно в виде определенного числа установленных единиц измерения.

Физические величины, для которых по тем или иным причинам не может быть введена единица измерения, могут быть только **оценены**. Величины оценивают при помощи шкал.

Шкала величины – упорядоченная последовательность ее значений, принятая по соглашению на основании результатов точных измерений.

Нефизические величины, для которых единица измерения в принципе не может быть введена, могут быть только **оценены**.

1.2. Измерение и единицы физических величин

Измерение – нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств (ГОСТ 16263–70).

Средство измерений – техническое устройство, предназначенное для измерений.

Объектами метрологии являются: **единицы величин, средства измерений, эталоны, методики выполнения измерений**.

Основное уравнение измерений

С помощью измерения сопоставляют измеряемую величину с единицей измерения, т.е. если имеется некоторая физическая величина X , а принятая для нее единица $[X]$, то значение физической величины определяется как

$$X = q[X], \quad \text{масса } m = 5 [1 \text{ кг}] = 5 \text{ кг}$$

где q - числовое значение физической величины в принятых единицах измерения.

Например, за единицу измерения напряжения U электрического тока принят один вольт $[1В]$. Тогда значение напряжения электрической сети $U = q[U] = 220 [1В] = 220В$, т. е. числовое значение напряжения 220.

Если за единицу напряжения U принят один киловольт $[1 \text{ кВ}]$, а $1В = 10^{-3} \text{ кВ}$, то $U = q[U] = 220 [10^{-3} \text{ кВ}] = 0,22 \text{ кВ}$. Числовое значение напряжения будет 0,22.

Еще одно важное понятие - **измерительное преобразование**, под которым понимают установление однозначного соответствия между размерами двух величин: преобразуемой (входной) и преобразованной в результате измерения (выходной).

Множество размеров входной величины, которая преобразуется с помощью технического устройства, называют **диапазоном преобразований**.

В зависимости от видов физических величин измерительные преобразования делятся на **три группы**.

Первая группа представляет собой величины, которые определяют отношения: «слабее - сильнее», «мягче - тверже», «холоднее - теплее» и др.

Такой величиной является, например, скорость ветра. Их называют **отношениями порядка** или **отношениями эквивалентности**.

Ко **второй группе** относятся величины, для которых отношения порядка определяются не только между значениями величин, но и их диапазоном, т. е. разностью значений крайних величин. Например, разность диапазона температур от плюс 5 до плюс 10 °С и разность диапазона температур от плюс 20 до плюс 25 °С равны. В данном случае отношение порядка величин плюс 25 °С теплее, чем плюс 10 °С, а отношение порядка разности крайних значений первых величин соответствует разности крайних значений вторых величин. В обоих случаях отношение порядка однозначно определяется с помощью измерительного преобразователя, например, жидкостного термометра, и температура может быть отнесена к измерительным преобразованиям.

Третья группа характеризуется тем, что с величинами возможно выполнение операций, подобных сложению и вычитанию (свойство аддитивности). Например, такая физическая величина, как масса: два предмета каждый массой 0,5 кг, поставленные на одну чашу рычажных весов, на другой чаше уравновешиваются гирей массой 1 кг.

Результаты измерений выражают в различных формах, называемых шкалами.

Шкалы измерений

В практической деятельности необходимо проводить измерения различных величин, характеризующих свойства объектов. Разнообразное проявление любого свойства образуют множества, отображение элементов которых на упорядоченное множество чисел или условных знаков образуют шкалы измерения этих свойств.

В метрологической практике известны несколько разновидностей шкал: шкала наименований, шкала порядка, шкала интервалов, шкала отношений, абсолютные шкалы, условные шкалы.

Шкалы наименований (шкала квалификации) - это качественные шкалы, которые не содержат нуля и единиц измерений, здесь отсутствуют отношения типа «больше - меньше». Такие шкалы используют для классификации эмпирических объектов, свойства которых проявляются только в отношении эквивалентности. В шкалах наименований отнесение отражаемого свойства к тому или иному классу эквивалентности осуществляется с помощью органов чувств человека – это наиболее адекватный результат, выбранный большинством экспертов.

Примером может служить шкала цветов (атлас цветов). Измерение заключается в визуальном сравнении окрашенного предмета с образцами цветов (эталонными образцами атласа цветов). Так как каждый цвет имеет множество оттенков, такое сравнение под силу эксперту, который имеет не только опыт, но и обладает соответствующими особыми характеристиками возможностей визуального наблюдения.

Шкалы порядка (шкала рангов). Свойства величин описывают как отношением эквивалентности, так и отношением порядка по возрастанию или убыванию количественного проявления свойства. В этих шкалах может иметься нулевая отметка, но отсутствуют единицы измерения, поскольку невозможно установить, в какое число раз больше или меньше проявляется свойство величины.

Операция расстановки размеров в порядке их возрастания или убывания с целью получения измерительной информации по шкале порядка называется ранжированием.

$Q1 > Q4 > Q2 > Q3 > Q5$ - шкала возрастающего порядка

или

$Q3 < Q2 < Q1 < Q5 < Q4$ - шкала убывающего порядка.

Расположенные в порядке возрастания или убывания размеры измеряемых величин образуют шкалы порядка.

С целью облегчения измерений по шкале порядка часто некоторые выбранные размеры фиксируют в качестве опорных (реперных).

Например, знания, интенсивность землетрясений и многое другое оценивают по реперным шкалам порядка. Реперным размерам присваиваются цифровые величины, называемые баллами. Баллы - безразмерные численные величины. Оценки по шкалам порядка широко используются в социальной сфере, в экономике, в области интеллектуального труда, в искусстве, в гуманитарных и медицинских науках, словом там, где чисто количественные измерения затруднены или пока невозможны.

Шкала интервалов (шкала разностей). Шкала измерений, на которой фиксируются отличия (разница) сопоставляемых размеров, носит название шкалы интервалов.

Описывать свойства величин можно не только с помощью отношений эквивалентности и порядка, но и с применением суммирования и пропорциональности интервалов (разностей) между количественными проявлениями данного свойства.

Шкала интервалов состоит из одинаковых интервалов, имеет единицу измерения и произвольно выбранное начало – нулевую точку. 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.

Математической моделью сравнения между собой двух размеров одной служит выражение

$Q_i - Q_j = DQ_i$, 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 DQ_{ij} . Следовательно, градация здесь служит единицей измерения.

К таким шкалам относится летоисчисление по различным календарям, температурные шкалы Цельсия, Фаренгейта, Рюмера, шкалы времени и длины.

Например, измерение температур по шкале интервалов. Единица градации в этом случае называется градусом. На шкале Цельсия за начало отсчета принята реперная (опорная) точка - критическая температура замерзания воды (таяния льда). С этой температурой сравниваются все другие температуры. Однако для сравнений выбран масштабный интервал от нулевого значения температуры до температуры кипения воды. Этот интервал в данном случае разделен на 100 градаций. В интервальной шкале Рюмера для измерения температуры в качестве реперной точки с нулевым значением показателя также принята температура таяния льда, а за интервал масштаба - температуры от точки таяния льда до температуры кипения воды. Однако этот интервал масштаба разделен не на 100 частей, как в системе Цельсия, а на 80 градаций (градусов).

Шкала отношений. Эти шкалы описывают свойства эмпирических объектов, которые удовлетворяют отношениям эквивалентности, порядка и аддитивности, а в ряде случаев и пропорциональности.

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.

$$N = Q_i / Q_j.$$

Размер Q_j , 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 используют узаконенную единицу измерения $[Q]$. В таком случае $N = Q_i / [Q]$.

Шкала отношений является шкалой интервалов с естественным началом отсчета. Шкала отношений не имеет отрицательных значений, со значениями N или Q возможны все математические действия. Поэтому шкала отношений является наиболее совершенной и широко применяемой. Шкала отношений имеет естественное нулевое значение, а единица измерений устанавливается по согласованию. Например, шкала весов, начинаясь с нулевой отметки, может быть градуирована по-разному в зависимости от требуемой точности взвешивания.

Абсолютные шкалы всегда имеют определение единицы измерения физической величины.

Условные шкалы - это шкалы физических величин, исходные значения которых выражены в условных единицах, иногда их называют неметрическими. К ним относятся шкалы твердости минералов и металлов.

Шкала средства измерений - это упорядоченная совокупность отметок и цифр, соответствующая ряду последовательных значений измеряемой величины.

В шкале Цельсия за начало отсчета принята температура таяния льда, а в качестве основного интервала (опорной точки) - температура кипения воды. Одна сотая часть этого интервала - градус Цельсия ($^{\circ}\text{C}$), является единицей температуры.

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИИ

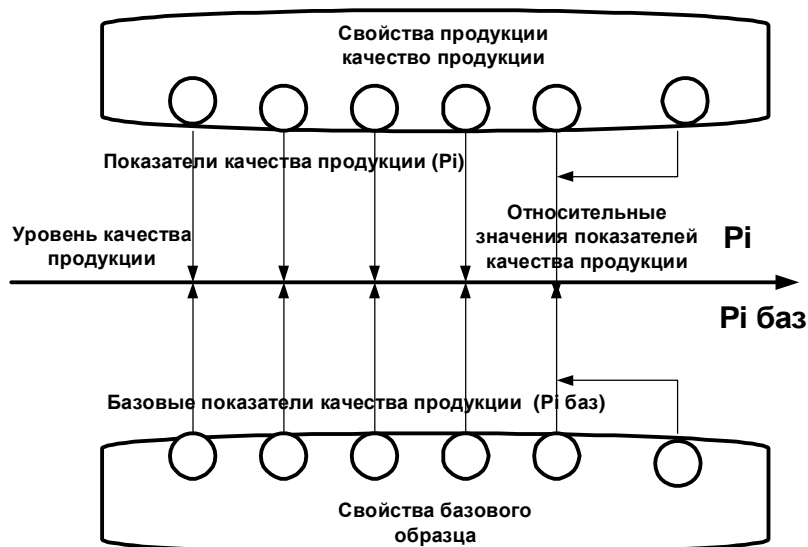
Укрупненная схема основных этапов процедуры оценки уровня качества продукции:

1. Цель оценки качества продукции;
2. Классификация продукции и выбор номенклатуры показателей качества;
3. Выбор базовых образцов и определение базовых показателей качества;
4. Выбор методов и определение значений показателей качества;
5. **Выбор и обоснование метода оценки уровня качества;**
6. Оценка уровня качества;
7. Выработка рекомендаций и принятие управленческих решений.

I. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЛИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

Градация технической продукции по уровню качества.

Под техническим уровнем (ТУ) продукции понимается относительная характеристика качества продукции, основанная на сопоставлении (соотношении) значений показателей свойств, отражающих техническое совершенство продукции, с соответствующими значениями лучших отечественных и зарубежных (базовых) образцов техники.



Оценка технического уровня продукции состоит в установлении соответствия продукции мировому, региональному (например, европейскому), национальному уровню качества или уровню качества отрасли. Соответствие оцениваемой продукции мировому или другому уровню устанавливается на основе сопоставления значений показателей технического совершенства (качества) продукции и базовых образцов.

В соответствии с "Общими методическими рекомендациями по оценке технического уровня промышленной продукции" образцы промышленной продукции **по результатам оценки их технического уровня относятся к одной из трех градаций:**

- продукция превосходит мировой уровень (П);
- продукция соответствует мировому уровню (С);
- продукция уступает мировому уровню (У).

Современная градация технических изделий по уровням качества отражена в табл. 1.

Градация технической продукции по уровню качества.

№ п/п	Градация качества продук-	Качественная характеристика продукции
1	Градация П - превосходный (высший) уровень качества	Превосходит лучшие мировые достижения; соответствует требованиям международных стандартов
2	Градация С- средний уровень качества	Соответствует лучшим мировым достижениям и требованиям международных стандартов
3	Градация У - удовлетворительный уровень качества	Удовлетворяет требованиям потребителей и имеет спрос, но уступает лучшим мировым достижениям; соответствует требованиям стандартов и технических условий; морально устарела, подлежит модернизации
4	Продукция низкого качества	Морально устаревшая, но еще пользуется спросом и поэтому не снятая с производства; изготовлена без отступлений от требований стандартов и технических условий; подлежит снятию с производства
5	Некачественная (бракуемая) продукция	Изготовленная с отступлением от требований стандартов и технических условий

1. Промышленная продукция, которая по показателям технического уровня и качества **превосходит лучшие отечественные и зарубежные достижения или соответствует им, определяет технический прогресс**, обеспечивает значительное повышение производительности труда, экономию материалов, топлива и электроэнергии, экологически безопасна, удовлетворяет потребности населения страны, и конкурентоспособна на внешнем рынке. Эта продукция должна характеризоваться стабильностью показателей технического уровня и качества, основанной на строгом соблюдении технологической дисциплины и высокой культуре производства. На продукцию высшей категории качества изготовителем должны обеспечиваться повышенные гарантии надежности, безопасности и других важнейших показателей качества.

2. Промышленная продукция, которая по показателям технического уровня и качества **соответствует** современным требованиям стандартов (технических условий), экологически безопасна, удовлетворяет потребности народного хозяйства и населения страны, характеризуется стабильностью показателей технического уровня и качества, основанной на строгом соблюдении технологической дисциплины и высокой культуре производства.

3. Промышленная продукция, которая по показателям технического уровня и качества **не соответствует** современным требованиям народного хозяйства и населения страны, морально устарела и подлежит модернизации или снятию с производства.

Для оценки ТУ первоначально устанавливают цель оценки:

1. сравнительная характеристика изделий на стадии эксплуатации (индикаторное сравнение «лучше - хуже»);
2. сравнение данного разрабатываемого изделия с базовым для модернизации;
3. выбор базового варианта из аналогов;
4. сравнение выпускаемого изделия с изделием другой фирмы – конкурента;
5. оценка изделий для снятия с производства или для постановки к выпуску, (например, выпустили одну модель изделия и две модели разработали, требуется из двух выбрать лучшую);
6. сравнительная характеристика изделий для дальнейшего их улучшения.

II. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОДУКЦИИ И ВЫБОР НОМЕНКЛАТУРЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА

ОБЩАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

КВАЛИМЕТРИЯ - научная область, объединяющая методы количественной оценки качества различных объектов.

ОБЪЕКТАМИ квалиметрии являются:

1. **Производственный процесс** (совокупность всех действий людей и орудий труда, необходимых на данном предприятии для изготовления продукции) **технологический процесс, технологическая система** или ее элементы.
2. **Продукция: изделие, материал, продукт.**
 - **Изделие** – единица промышленной продукции, количество которой может измеряться в штуках, экземплярах и др. счетных единицах (станки, машины).
К изделиям относятся **машины и приборы**, а также их элементы (деталь; сб. единица; комплекс – ЭВМ, поточная линия станков, корабль; комплект).
 - **Материал** – исходный предмет труда, потребляемый для изготовления изделия (сырье, материал).
 - **Продукт** – материальный результат труда, предназначенный для потребления, либо обеспечения потребления.
3. **Услуга, работа**
4. **Интеллектуальный продукт:** технологический метод, программный продукт, научный продукт (концепция, методика), прочие нематериальные продукты (схема, карта и т.п.).

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Основными объектами рассмотрения данной дисциплины является **промышленная продукция** (станки, машины, сырье, материалы) и **услуги** (разработка проекта, снабжение комплектующими материалами, обучение кадров).

Вся **промышленная продукция с целью оценки ее уровня качества** (технического уровня) делится на два класса:

Первый класс - потребляемая продукция (**продукция, расходуемая при использовании**) подразделяется на **три группы:**

- **1-я – сырье и природные топлива**, (нефть, газ, уголь, драг. металлы, полезные ископаемые и т.п.);
- **2-я – материалы и продукты** (прокат, лесоматериалы, искусственное топливо, масла и смазки, химические продукты, пищевые продукты, моющие средства и др.);
- **3-я – расходные изделия** (жидкое топливо в бочках, баллоны с газами, кабели в катушках, консервы в банках, кондитерские изделия и т.п.).

Второй класс эксплуатируемая (**продукция, расходующая свой ресурс** – продукция используется до технического или морального износа) составляют **две группы:**

- **1-я – неремонтируемые изделия** (электровакуумные и полупроводниковые приборы, резисторы, конденсаторы, подшипники, шестерни, болты, гайки и т.п.);
- **2-я – ремонтируемые изделия** (технологическое оборудование, автоматические линии, измерительные приборы, транспортные средства и т.п.);

Для выбора методов оценки ТУ и качества промышленную продукцию разделяют на:

- **Однородную** - изделия одного вида, одного класса и назначения.
- **Разнородную** - совокупность изделий, предназначенных для достижения определенной производственной цели. Это могут быть разнообразные технологические машины, составляющие технологический комплекс или систему машин производственного процесса. Кроме того, если предприятие или фирма выпускает несколько типов изделий, то оно создает разнородную продукцию.

ПОКАЗАТЕЛЬ, ПАРАМЕТР И ПРИЗНАК КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

Каждый вид продукции обладает рядом специфических свойств (объективная особенность продукции), позволяющих отличать его от любого другого.

Для оценки технического уровня и качества продукции (совокупность свойств) применяются следующие понятия:

- признак продукции **ПрП**,
- показатель качества продукции **ПКП**,
- параметр продукции **ПП**.

Признак продукции (ПрП) – это качественная или количественная характеристика любых свойств или состояний продукции.

К **качественным признакам** можно отнести цвет материала, форму изделия, наличие на поверхности детали декоративного покрытия, способ крепления деталей (сварка, клепка), способ настройки или регулировки устройств. Качественные признаки могут носить альтернативный характер, т.е. имеют только два взаимоисключающих варианта, и многовариантный.

Количественный признак дает числовую характеристику отдельных свойств (угол заточки резца, грузоподъемность автомобиля и т.д.).

Под **параметром продукции** (ПП) понимается количественная характеристика любых свойств или состояний продукции. Это более общее понятие, чем ПКП.

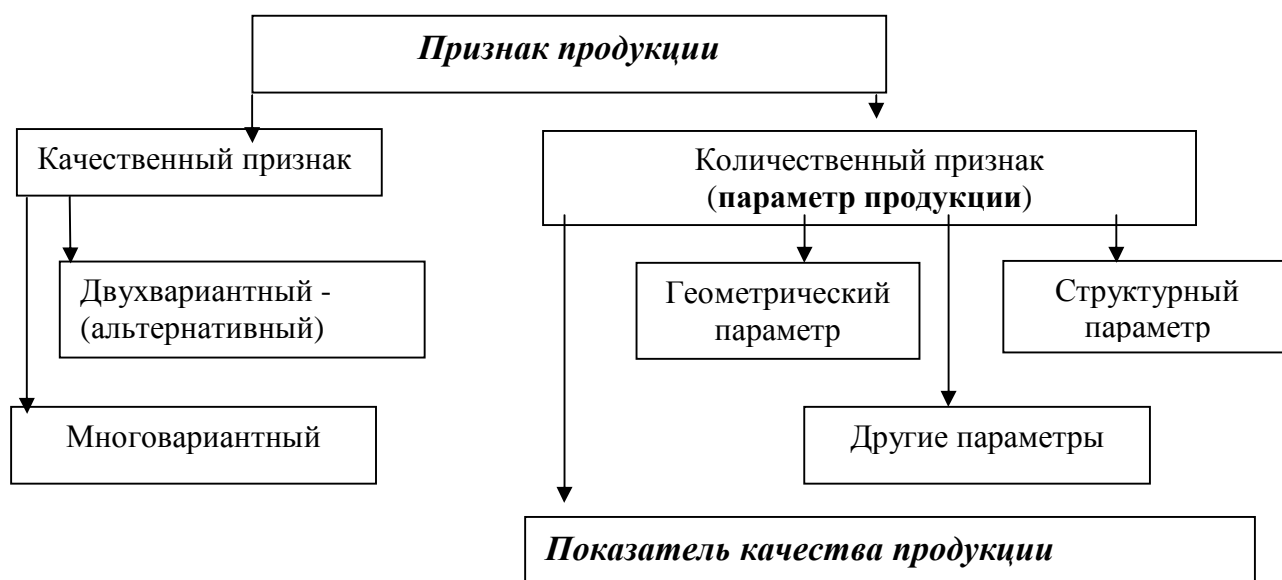
Показателем качества продукции (ПКП) называется количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции составляющих ее качество, рассматриваемая применительно к определенным условиям ее создания и эксплуатации.

ПКП численно характеризует степень проявления определенного свойства, входящего в состав качества. ПКП является основой для оценки качества продукции.

Для обобщенной оценки ТУ и КП число показателей должно быть ограниченным.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПРИЗНАКОВ, ПАРАМЕТРОВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ.

Качественные характеристики тесно связаны с количественными:



КЛАССИФИКАЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

Для оценки ТУ и качества продукции (машин и других изделий) **нужна четкая система показателей и методов их определения.**

В зависимости от характера решаемых задач по оценке качества продукции показатели можно классифицировать по различным признакам:

Признак классификации показателей	Группы показателей качества продукции
1. По количеству характеризующих свойств	Единичные Комплексные Обобщенные Интегральные
2. По характеризующим свойствам	Назначения Надежности Экономичности Эргономические Эстетические Технологичности Стандартизации и унификации Патентно-правовые Экологические Безопасности Транспортабельности
3. По способу выражения	В натуральных единицах (кг, мм, баллы и др.)
4. По этапам определения значений показателей	Прогнозные Проектные Производственные Эксплуатационные
5. По однородности характеризующих свойств	Функциональные Ресурсосберегающие Природоохранные
6. По форме представления характеризующих свойств	Абсолютные Относительные Удельные Регламентированные Оптимальные Базовые Номинальные Предельные

Классификация показателей качества продукции по количеству характеризующих свойств.

Первый признак классификации служит для применения ПКП в различных методах оценки ТУ и КП.

1. Единичные показатели, характеризующие одно из свойств продукции, могут относиться как к единице продукции, так и к совокупности единиц однородной продукции, например:

наработка изделия на отказ (часы),	удельный расход топлива (г / л.с.),
мощность (л.с.),	максимальная скорость движения (км / ч.).

2. Комплексные показатели характеризуют совместно несколько простых свойств или одно сложное, состоящее из нескольких простых.

Например: **коэффициент готовности изделия (K_r)**, который характеризует два свойства – безотказность и ремонтпригодность и вычисляется по следующей формуле:

$$K_r = \frac{T}{T + T_B},$$

где T – наработка изделия на отказ (безотказность); T_B – среднее время восстановления (ремонтпригодность).

Деление показателей на единичные и комплексные **является условным** из-за условности деления свойств продукции на простые и сложные и **в разных условиях оценки**.

Например:

Свойство **ремонтпригодности T_B** по отношению к свойству **готовности K_r** является простым, т.е. показатель T_B можно рассматривать как единичный.

Но с другой стороны показатель T_B является **сложным**, т.к. $T_B = T_0 + T_y$: где T_0 – среднее время, затрачиваемое на отыскание отказа, T_y – среднее время для устранения отказа. Следовательно, относительно T_0 и T_y показатель K_r является **комплексным**.

3. Обобщенный показатель качества (Q) – это комплексный среднеарифметический или среднегеометрический показатель, характеризующий несколько близких по значимости (весомости) свойств (параметров).

- **Средний взвешенный арифметический показатель качества (U)** – суммарный комплексный показатель, учитывающий весомость каждого из единичных (абсолютных или удельных) показателей свойств.

- **Средний взвешенный геометрический показатель (V)** – комплексный показатель нескольких существенных свойств продукции; учитывающий взаимовлияние параметров весомости всех входящих в него единичных (абсолютных или удельных) показателей.

Коэффициент весомости показателя качества продукции – количественная характеристика значимости данного показателя качества продукции среди других показателей ее качества.

4. Интегральные показатели отражают отношение суммарного полезного эффекта от эксплуатации продукции к суммарным затратам на ее создание и эксплуатацию.

Расчет интегральных показателей (I) по техническим устройствам со сроком службы более одного года можно произвести по формуле:

$$I = \frac{ПЭ_T}{\sum_{t=0}^T (З_{ct} + З_{эт})} \alpha_t$$

где $ПЭ_T$ – суммарный полезный эффект от эксплуатации технического устройства за расчетный период; $З_{ct}$ – затраты на создание технического устройства в году t ; $З_{эт}$ – затраты на эксплуатацию технического устройства в году t ; α_t – коэффициент приведения (дисконтирования) разновременных затрат к одному году; T – расчетный период.

Определяющий показатель качества продукции - показатель, по которому принимают решение об оценке ее качества.

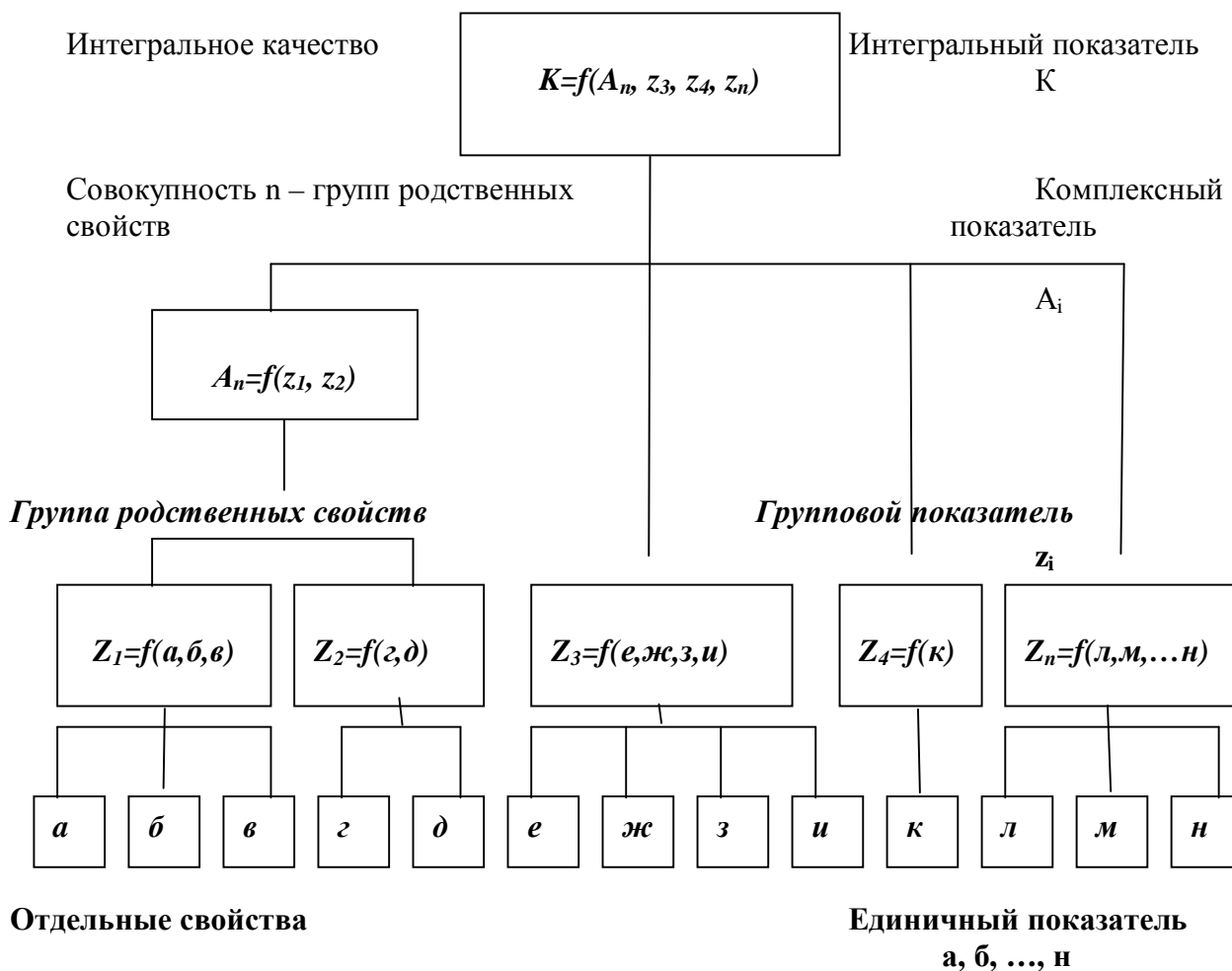
Показатели качества формируют сверху вниз по ступеням иерархии при условии, что снизу вверх поступает необходимая для этого информация.

В иерархической схеме общий показатель качества КП есть функция составляющих z_i :

$$КП_k = f(КП_i).$$

В свою очередь z_i функционально связан с определяющими параметрами x_j

Укрупнение показателей производится на основе синтеза показателей от единичного до комплексного различных иерархических уровней.



Кроме единичных и комплексных показателей различают установленные нормативной документацией следующие значения показателя качества продукции:

2 КЛАССИФИКАЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ПО ХАРАКТЕРИЗУЕМЫМ СВОЙСТВАМ.

Второй признак классификации ПКП характеризует свойства продукции, входящие в состав ее качества - **служит для выбора и обоснования НКП.**

1. **ПОКАЗАТЕЛИ НАЗНАЧЕНИЯ** характеризуют свойства продукции, определяющие основные функции, для выполнения которых она предназначена, и обуславливают (предопределяют) область ее применения.

Показатели назначения подразделяются на: классификационные показатели, показатели функциональной и технической эффективности, конструктивные показатели, показатели состава и структуры

2. ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ.

Надежность – это свойство изделия **ВЫПОЛНЯТЬ ЗАДААННЫЕ ФУНКЦИИ**, сохраняя во времени значения **ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**.

Надежность изделия тесно связана с его **работоспособным состоянием** – состояние объекта, при котором его параметры находятся в установленных допусках.

НАДЕЖНОСТЬ изделия включает следующие количественные характеристики: **безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость.**

3. **ПОКАЗАТЕЛИ ЭКОНОМИЧНОСТИ** (экономного использования ресурсов) – это показатели, характеризующие расход материальных ресурсов при изготовлении и эксплуатации изделия: масса изделия, расход топлива на единицу полезного действия, число операторов, обслуживающих агрегат.

4. **ПОКАЗАТЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ** характеризуют свойства продукции, обуславливающие оптимальное распределение затрат, материалов, труда и времени при технологической подготовке производства, изготовлении и эксплуатации изделия.

5. **ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ** – показатели, характеризующие качество изделия с точки зрения приспособленности ее к эксплуатации человеком.

Они делятся на следующие группы: гигиенические, антропометрические, физиологические, психологические.

6. **ЭСТЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ** характеризуют эстетические свойства изделия – информационно-художественную выразительность изделия, рациональность формы, целостность композиции:

7. **ПОКАЗАТЕЛИ СТАНДАРТИЗАЦИИ И УНИФИКАЦИИ** характеризуют насыщенность изделия стандартными, унифицированными и оригинальными составными частями (детали, узлы, агрегаты, комплекты и комплексы).

8. **ПАТЕНТНО-ПРАВОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ** характеризуют патентную защиту и чистоту продукции (технических решений, использованных в изделии), ее конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынке.

9. **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ** определяют уровень вредных воздействий на окружающую среду в процессе эксплуатации изделия. Эти воздействия проявляются в виде вредных выбросов в атмосферу, загрязнения воды и земли.

10. **ПОКАЗАТЕЛИ БЕЗОПАСНОСТИ** характеризуют безопасность обслуживающего персонала и сопрягаемых объектов при обращении и эксплуатации изделия. (Прочность кабины автомобиля, устойчивость трактора...)

11. **ПОКАЗАТЕЛИ ТРАНСПОРТАБЕЛЬНОСТИ** характеризуют приспособленность продукции к транспортированию, т. е. перемещению в пространстве, а также к подготовительным и другим операциям, связанным с транспортированием. Показатели этой группы выбирают применительно к конкретному виду транспорта (железнодорожному, воздушному, водному, автомобильному и т. д.).

НОРМЫ И ТРЕБОВАНИЯ К ПОКАЗАТЕЛЯМ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ.

НОРМЫ.

Нормы и требования к ПКП устанавливаются стандартами ТУ и стандартами ТТ.

В стандартах нормируются значения показателей качества.

Регламентированное стандартом значение ПКП, от которого отсчитывается допустимое отклонение, называется НОМИНАЛЬНЫМ значением.

ДОПУСКАЕМОЕ отклонение – отклонение фактического значения ПКП от номинального. Допускаемое отклонение может характеризоваться, например, глубиной и площадью вмятин, царапин на поверхности изделия, а также их числом.

Отклонения от приведенных в стандарте норм формулируются в виде «не должно быть более» или «должно быть не более».

Полнота номенклатуры нормируемых и контролируемых ПКП обеспечивается стандартами на номенклатуру показателей качества соответствующих видов продукции.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПКП

ПКП должны отвечать следующим основным требованиям:

- Способствовать обеспечению соответствия качества продукции потребностям народного хозяйства и населения;
- Быть стабильными;
- Способствовать планомерному повышению эффективности производства, т.е. должны быть **оптимальны** (т.е. при заданных затратах изготовителя обеспечивается достижение максимально полезного эффекта для потребителя).
- Учитывать современные достижения науки и техники и основные направления технического прогресса в отраслях народного хозяйства;
- Характеризовать все свойства продукции, обуславливающие ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением.
- Отвечать требованию **сбалансированности показателей качества сырья, материалов, комплектующих изделий и конечной продукции**, т.к. существует взаимозависимость между нормами на различные показатели качества одного вида продукции и между показателями качества различных видов продукции.

III. УСТАНОВЛЕНИЕ НОМЕНКЛАТУРЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ

Выбор (или назначение) и **обоснование номенклатуры** (перечня) **показателей** качества для адекватной оценки интересующей нас продукции делают в соответствии с ГОСТ 22851-77 "Выбор номенклатуры показателей качества промышленной продукции. Основные положения".

Установление номенклатуры показателей качества и ТУ осуществляется с учетом целей оценки согласно методическим рекомендациям применяемости основных показателей по классам и группам.

Известно, что НПКП бывает: типовой, развернутой и конкретной.

Типовая номенклатура – это **полный перечень всех групп и конкретных ПК** относящихся к **любым изделиям производственного назначения**. Такая НПК составляется **безотносительно к отдельным видам технических изделий**. Она является **наиболее общей и универсальной для большого класса изделий (машин)**. Типовая номенклатура **служит основой** для последующей разработки и выбора адресной и развернутой НПК отдельных групп, видов или типов изделий.

Развернутая НПКП составляется и используется при оценке качества определенной группы изделий, имеющих одно название, одинаковую функцию и сходные параметры.

Эта номенклатура включает всю совокупность комплексных и единичных показателей, характеризующих качество данного множества изделий (токарные станки, легковые автомобили, холодильники, телевизоры). Разрабатывается передовыми организациями соответствующих отраслей производств (видов продукции).

Конкретная НПКП (конкретного вида или типа изделий) - уточненная НП для характеристики оцениваемого изделия или ряда изделий. Это наиболее детальная и полная НП, позволяющая адекватно оценить реальное качество изделия с учетом всех характерных признаков.

В практике чаще всего используют развернутую НПК, на базе которой составляют конкретную НПКП.

ВЫБОР НОМЕНКЛАТУРЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА И ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ПРОДУКЦИИ

Номенклатуру показателей качества продукции устанавливают с учетом назначения и условий ее применения, требований потребителей (заказчиков), основных требований к показателям качества продукции и области их применения.

При выборе номенклатуры показателей качества определяют:

- группу однородной продукции и входящие в нее подгруппы и виды,
- номенклатуру групп показателей качества,
- номенклатуру показателей качества групп и подгрупп.

Исходную номенклатуру показателей качества продукции устанавливают по рекомендациям таблицы:

Применяемость основных показателей качества по классам и группам продукции

Показатели качества продукции	Первый класс продукции			Второй класс продукции	
	1-я группа	2-я группа	3-я группа	1-я группа	2-я группа
1. Назначения	+	+	+	+	+
2. Экономичности	+	+	+	+	+
3. Надежности:					
безотказности	-	-	-	+	+
долговечности	-	-	-	+	+
ремонтпригодности	-	+	+	-	+
сохраняемости	+	+	+	+	+
4. Эргономические	-	+	+	+	+
5. Эстетические	-	+	+	+	+
6. Технологичности	+	+	+	+	+
7. Транспортабельности	+	+	+	+	+
8. Стандартизации и унификации	-	-	+	+	+
9. Патентно-правовые	-	+	+	+	+
10. Экологические	+	+	+	+	+
11. Безопасности	+	+	+	+	+

IV. ВЫБОР АНАЛОГОВ И ФОРМИРОВАНИЕ БАЗОВЫХ ОБРАЗЦОВ

Выбор базового образца регламентируют "Методические указания. Установление базовых образцов для оценки технического уровня и качества промышленной продукции" (РД 50-451-84) (М.: Изд-во стандартов, 1984 г.), а также "Общие методические рекомендации по оценке технического уровня промышленной продукции" ГКНТ СССР от 24.10.89 № 665.

Одной из процедуры оценки ТУ является **определение и принятие в качестве образцовых**, численных значения ПК образца техники, **принимаемого за эталон** и соответствующего лучшим Н-Т достижениям на данный момент времени.

Эта процедура называется - **установление базового образца**.

В зависимости от конкретной цели оценки базовые образцы (БО) различают 3 – х видов:

- **базовые образцы, отражающие перспективные требования**, установленные на определенный будущий период – используются для оценки ТУ при планировании, разработке перспективной новой промышленной продукции;
Это есть модель, образ продукции на будущий период.

- **базовые образцы, отражающие высший мировой уровень** на настоящий период времени (лучшие реальные образцы);
Применяется для оценки ТУ продукции при постановке ее на производство и при модернизации, а также при аттестации продукции.

- **базовые образцы отечественного производства**, отражающие наиболее высокие научно-технические достижения и соответствующие потребностям и возможностям народного хозяйства.

Устанавливается, если нет зарубежного аналога, а также для оценки производственной возможности предприятия.

Для установления базового образца сначала подбирают группу аналогичных изделий – группу **аналогов** (8-15 подобных образцов).

Аналог – продукция отечественного или зарубежного производства, подобная сравниваемому изделию, обладающая сходством функционального назначения и условий применения.

Аналоги выбираются из новой продукции, выпускаемой отечественной и зарубежной промышленностью, и разрабатываемых перспективных образцов той же группы однородной продукции. При отсутствии прямых аналогов могут быть рассмотрены косвенные аналоги, близкие по назначению.

Значения параметров аналогов устанавливают следующим образом:

- для **зарубежных образцов** – по справочникам, каталогам, проспектам ведущих фирм, протоколам измерений, расчетов и испытаний, международным стандартам;
- для **отечественных образцов**, находящихся в разработке, - на основе требований, установленных в ТЗ, актов экспертных или приемочных комиссий;
- для **отечественных образцов, находящихся в производстве** – на основе технических условий на поставку.

Базовый образец выбирается из предварительно отобранной группы аналогов, включая оцениваемое изделие.

При отсутствии аналога в основу оценки ТУКП положен:

- принцип максимума полезного эффекта от использования образца продукции, т.е. принцип максимального (минимального) значения обобщенного показателя ТУКП.
- Принцип максимального отношения полезного эффекта от использования образца продукции за заданный срок службы к полным затратам общественно необходимого труда для достижения указанного эффекта, т.е. принцип максимума интегрального показателя качества продукции.

IV. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗНАЧЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

Наиболее трудоемким является этап **определения** (путем измерений, испытаний, расчетов, сбора информации и т.д.) **численных значений** показателей качества, характеризующих свойства оцениваемого и базового (базовых) образца (образцов). Только после этого производят расчеты показателей качества, а потом уровней качества, т.е. технического уровня оцениваемого и базового (базовых) образцов аналогичной техники.

Методы определения значений показателей качества продукции подразделяются на две группы:

1. по способам получения информации:

- измерительный,
- регистрационный,
- органолептический,
- расчетный.

2. по источникам ее получения:

- традиционный,
- экспертный,
- социологический.

1.

Измерительный – основан на информации, получаемой с обязательным использованием технических измерительных средств, предусмотренных конструкцией изделия или дополнительных (*Масса изделия, размер, скорость, сила и др.*)

Регистрационный – используется информация, получаемая путем подсчета (регистрации) числа определенных событий, предметов или затрат.

С помощью этого метода можно определить показатели технологичности, экономичности, патентно-правовые, стандартизации и унификации.

Органолептический – используется информация, получаемая в результате анализа восприятия органов чувств: зрения, слуха, обоняния, осязания и вкуса.

Точность и достоверность этого метода зависит от квалификации специалистов (экспертов), а также от возможности использования специальных технических средств, повышающих разрешающие способности организма человека (микроскоп, лупа, микрофон и т.п.).

Метод применяется при оценке качества предметов потребления (Парфюм, табак, кондитер).

Расчетный – основан на использовании теоретических или эмпирических зависимостей показателей качества продукции. (*Масса изделия, производительность, мощность, прочность ...*). Применяется при проектировании продукции.

Данные методы могут применяться совместно на различных стадиях жизненного цикла продукции.

2.

Традиционный – показатели качества определяются работниками специализированных экспериментальных лабораторий, полигонов, стендов и расчетных подразделений предприятий (КБ, ВЦ).

Информация о показателях качества формируется в процессе испытаний продукции, условия проведения которых должны быть приближены к нормальным эксплуатационным.

Экспертный – определение значений показателей качества осуществляется на основании решения, принимаемого группой специалистов-экспертов (дизайнер, дегустатор, ...).

Метод используют в тех случаях, когда показатели качества продукции не могут быть определены более объективными методами.

Социологический – основан на сборе и анализе информации о мнении фактических или возможных потребителей продукции.

Сбор информации осуществляется в ходе устного опроса или с помощью распространения анкет, а также путем организации конференций, выставок, аукционов и т.п.

При необходимости эти методы могут использоваться совместно, что повышает достоверность результатов.

V. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ПРОДУКЦИИ

Первоначально классифицируют оцениваемую продукцию, а потом осуществляют **выбор и обоснование метода оценки ТУ продукции**. Методика этого выбора в "Методических указаниях по оценке технического уровня и качества промышленной продукции" (РД 50-149-79) (М.: Изд-во стандартов, 1979 г.) и в ГОСТ 22732-77 "Методы оценки уровня качества промышленной продукции. Основные положения".

Качество технической продукции довольно часто **оценивают по одному показателю**, (полезности), что дает одностороннюю характеристику ТУ продукции.

Например: качество пылесоса (стиральной машины) – мощность, качество материала (стали, батона) – прочность, качество продуктов питания – калорийность (жирность).

Поэтому для **оценки ТУ** любой технической продукции, особенно сложной и многофункциональной, **необходимо использовать несколько показателей**. Для такой оценки разработано несколько методов оценки качества продукции.

Различают методы оценки технического уровня **однородной** и **разнородной** продукции.

Под **ОДНОРОДНОЙ** продукцией понимают изделия одного вида, класса и назначения.

Разнородная продукция – это совокупность изделий, предназначенных для достижения определенной (единой) производственной цели.

Например: многообразные технологические машины, составляющие технологический комплекс или система машин производственного процесса; предприятие, выпускающее несколько типов изделий – разнородную продукцию.

Различают следующие методы оценки ТУКП:

1. При оценке ТУ **однородной** продукции применяют **ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ, КОМПЛЕКСНЫЙ** или **СМЕШАННЫЙ МЕТОДЫ**.

2. При оценке **разнородной** продукции применяют **ИНДЕКС КАЧЕСТВА** и **ИНДЕКС ДЕФЕКТНОСТИ**.

Кроме того, для оценки продукции как однородной, так и разнородной применяют **экспертный метод**.

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ОДНОРОДНОЙ ПРОДУКЦИИ

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ МЕТОД – это метод оценки, основанный на сравнении единичных показателей качества оцениваемых изделий с такими же показателями качества базового образца.

При этом **определяют** (исходя из цели оценки):

- **достигает ли качество (ТУ) оцениваемого изделия – (ТУ) базового образца в целом;**
- **какие единичные показатели** оцениваемого изделия превосходят (уступают) показателям ТУ базового образца;
- **на сколько отличаются друг от друга аналогичные единичные показатели свойств оцениваемого изделия и базового образца.**

1 - Й СПОСОБ ОЦЕНКИ – АНАЛИТИЧЕСКИЙ:

Расчет отдельных относительных показателей ТУП (q_i) ведется по формулам:

$$q_i = P_i / P_{ib} \quad (1) \quad \text{или} \quad q_i = P_{ib} / P_i \quad (2)$$

где P_i – значение i -го показателя качества оцениваемой продукции;

P_{ib} - значение i -го базового показателя;

$i=1, 2, \dots, n$, - количество оцениваемых показателей качества.

Из формул (1) и (2) выбирают ту, при которой увеличение относительного показателя отвечает улучшению качества продукции.

Например. Значения относительных показателей производительности, мощности, КПД, срока службы и т.п. – по (1), а энерго / материалоемкость, трудоемкость – по (2).

Пример 1

Срок службы холодильника, изготовленного на первом заводе – 8 лет; а изготовленного на втором заводе – 12 лет; базовое значение показателя качества – 10 лет. Увеличение срока службы означает улучшение качества, т.е. определяя относительный показатель качества по формуле (1), получим:

$$q_1 = P_1 / P_b = 8/10 = 0,8 \quad q_2 = P_2 / P_b = 1,2$$

следовательно, на первом заводе рассматриваемый показатель качества ниже базового, а на втором – выше.

Пример 2

Трудоемкость изготовления изделия составляет 200 нормо-часов, а базовое значение трудоемкости – 180 нормо-часов.

Тогда по формуле (2): $q_{тр} = P_{тр\ b} / P_{тр} = 180/200 = 0,9$ – т.е. рассмотренный показатель ниже базового

Пример 3.

Компрессор для сжатия воздуха серии BSC 2010-500F и BSC 1008-500F.

Мощность (кВт) = $14,7 / 7,4 = 1,99$

Производительность (л/мин) = $1900,00 / 1200,00 = 1,58$

Материалоемкость (масса - кг) = $215 / 365 = 0,59$ |

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

1. Если **все значения относительных показателей соответственно $q_i \geq 1$** , то ТУ оцениваемого изделия выше или равен ТУ базового образца;

Если **все показатели < 1** , то ТУ оцениваемого изделия ниже ТУ базового образца.

2. ТУ оцениваемых изделий, для которых существенно **важно значение каждого из** рассмотренных показателей, признается **ниже** ТУ базового образца, если хотя бы один из относительных показателей меньше единицы.

3. В тех случаях, когда имеется некоторая **неопределенность в оценке** ТУ продукции (часть показателей ≥ 1 , а др. часть < 1), то используют следующую методику:

Все показатели делят по значимости **на 2 группы: основные и дополнительные.**

- **К основным** показателям ТУКП относят показатели, характеризующие наиболее существенные свойства: назначения или технико-эксплуатационные, надежности, экономного использования сырья, материалов, топлива, энергии, эргономические и эстетические, показатели технологичности, транспортабельности, стандартизации и унификации.
- **К дополнительным** обычно относят второстепенные показатели: патентно-правовые, безопасности и качества процесса изготовления.

Все показатели первой группы **должны быть больше** или равны 1, то ТУ не ниже базового.

ОЦЕНКА В ЦЕЛОМ – **качественная оценка**, которая дает следующие результаты:

$Q > 1$ – ТУ оцениваемого изделия выше ТУ базового образца;

$Q = 1$ – ТУ соответствует уровню базового образца;

$Q < 1$ – ТУ оцениваемого изделия ниже ТУ базового образца.

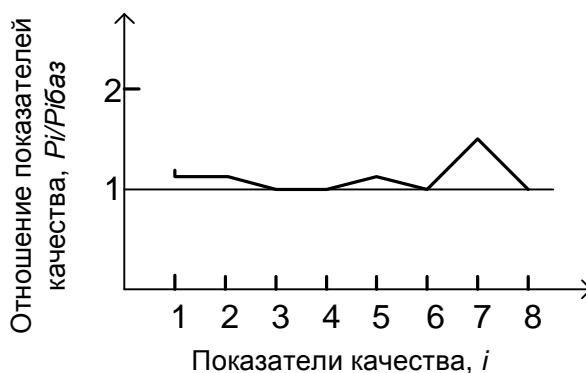
где **приближенное значение** итогового показателя ТУКП **находят как среднеарифметическое значение всех основных показателей:** $Q = \bar{a}q_i / n$.

ПРИМЕР 4

Определить соответствие одной из марок углеродистой стали требованиям стандарта. Данные приведены в таблице.

№№ п/п	Показатели качества	Числовые значения показателя качества		Результаты сравнения по шкале отношений
		Стали	Стандартизированное	
1	Предел текучести, Н/мм ²	352,8	323,4	1,1
2	Временное сопротивление, Н/мм ²	597,8	548,8	1,1
3	Относительное удлинение, %	16	16	1,0
4	Содержание серы, %	0,04	0,04	1,0
5	Содержание фосфора, %	0,036	0,04	1,1
6	Допустимое содержание отклонения углерода, %	±0,01	±0,01	1,0
7	Допустимое содержание отклонения кремния, %	±0,02	±0,03	1,5
8	Допустимое содержание отклонения марганца, %	±0,03	±0,03	1,0

Результаты сравнения можно представить в виде графика сравнения показателей качества по шкале отношений. Результаты сравнения значений показателей свидетельствуют о том, что качество рассматриваемой марки стали выше требований стандарта.



2-й СПОСОБ ОЦЕНКИ - ПОСТРОЕНИЕ ТАБЛИЦЫ.

Табличный способ – значение основных показателей изделий заносят в таблицу; определяют отклонение показателя оцениваемого изделия от изделия-аналога в процентах.

Таблица 1

Показатели технического уровня изделий

Показатель	Значение показателя			Отклонение показателя оцениваемого изделия от аналога в %	
	1-ый аналог	2-ой аналог	Оцениваемое изделие	Сравнение с 1-м аналогом	Сравнение со 2-м аналогом
1-ый показатель	p_{11}	p_{21}	p_1	$\left(\frac{p_1}{p_{11}} - 1\right) \cdot 100\% \quad (1)$ или $\left(\frac{p_{11}}{p_1} - 1\right) \cdot 100\% \quad (2)$	$\left(\frac{p_1}{p_{21}} - 1\right) \cdot 100\% \quad (1)$ или $\left(\frac{p_{21}}{p_1} - 1\right) \cdot 100\% \quad (2)$
2-ой показатель	p_{12}	p_{22}	p_2
...
n-ый показатель	p_{1n}	p_{2n}	p_n

Примечания. 1. Остальные ячейки заполняются по аналогии.
 2. Выбор формулы (1) или (2) осуществляется также как и в аналитическом способе.
 3. Знак «+» или «-» в ячейках отклонений показателя означает, что эти отклонения, соответственно, либо в лучшую сторону, либо в худшую.

ПРИМЕР

Показатели основных свойств оцениваемой микроволновой печи **LG** и двух изделий аналогов Sharp и Samsung, принятых для оценки технического уровня **LG**, приведены в таблице.

Таблица 2

Показатели технического уровня микроволновой печи

Показатель	Значение показателя аналогов Микроволновая печь			Отклонение показателей LG от аналогов, %	
	Sharp	Samsung	LG	Sharp	Samsung
Объем (л)	27	26	30	+11	+15,4
Мощность (Вт)	900	1300	800	-11,1	-38,5
Уровни мощности	5	10	5	0	-50
Мощность гриля	1200	1000	1150	-4,2	+15
Цена (у.е.)	310	285	250	+24	+14

Примечание. Знак + означает отклонение показателя в лучшую сторону, знак «-» в худшую

Вывод.

Оценка ТУ проведена по 5 параметрам. Из таблицы видно, что оцениваемая печь превосходит аналоги по двум параметрам – объему и цене, а также превосходит по мощности гриля аналог 2, однако уступает по мощности аналогам.

3 – й СПОСОБ ОЦЕНКИ - ПОСТРОЕНИЕ ДИАГРАММЫ (ЦИКЛОГРАММЫ)

Оценка - сравнение по циклограмме моделей по отдельным показателям; сравнение в целом по площади многоугольника.

Для более точной и более информационной оценки ТУ строят диаграмму (рис.1) сопоставления показателей качества (**ЦИКЛОГРАММУ**), на которой наглядно видно, по какому показателю следует принимать управленческие и технические решения.

Построение циклограммы

Построение исходной координатной сетки для циклограммы технического уровня изделия рассмотрим на примере изделия – микроволновая печь (данные см. табл.2).

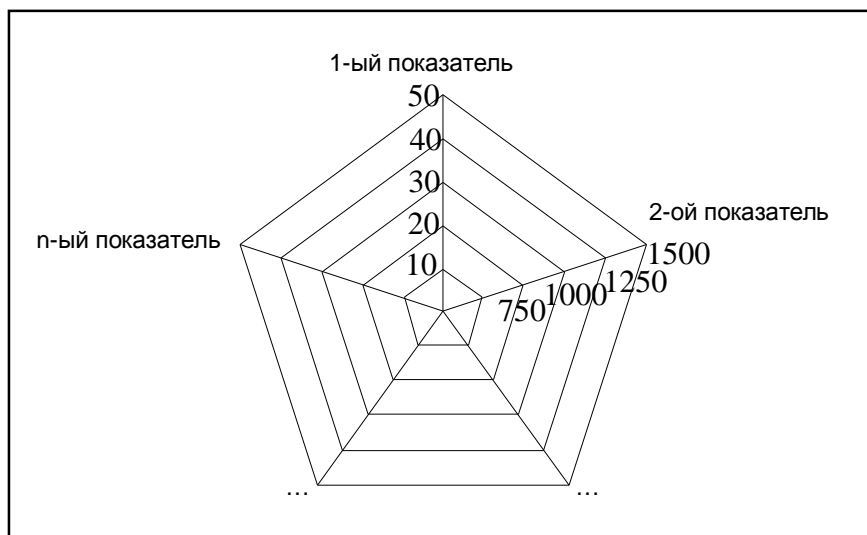


Рис. Построение исходной координатной сетки циклограммы технического уровня изделия

Пять основных показателей технического уровня изделий представлены на циклограмме в виде лучей, проведенных из центра. На лучах, как на шкалах, откладывают значения показателей для каждого изделия. Проставленные на отрезках лучей абсолютные значения показателей определяют масштаб показателя по каждому лучу.

Очевидно, что направленность показателей на координатной сетке различна: от центра к периферии возрастают значения показателей соответствующих улучшению качества изделия (мощность и т.п.), а расходные значения показателей снижаются (цена).

Точки соединяют между собой и получают многоугольники, характеризующие совокупность свойств каждого изделия.

ПРИМЕР

Микроволновая печь (исходные данные см. табл.2). Сравнить изделия аналоги по отдельным показателям; сравнить в целом по площади многоугольника.

Значения показателей p_{12} , p_{22} , p_{62} и т.д. изделия–микроволновая печь из таблицы 2 переносим на соответствующие оси циклограммы. Соединяем точки на лучах циклограммы, соответствующие каждому изделию - аналогу, получаем многоугольники качества (для большей наглядности желательно все многоугольники обвести разным цветом).

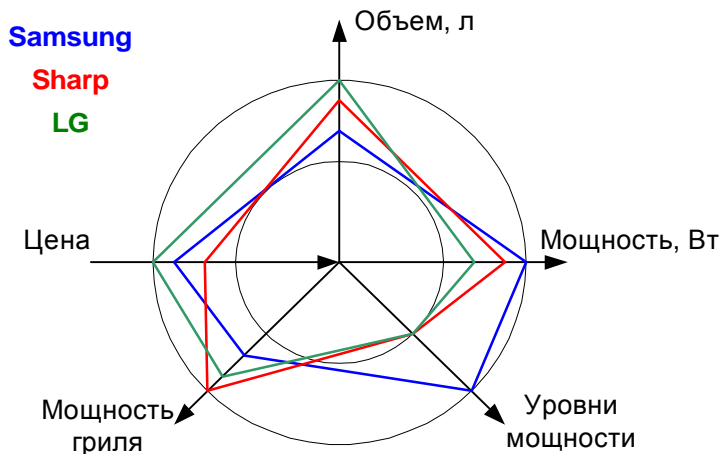


Рис.2. Циклограмма технического уровня микроволновых печей Sharp, Samsung, LG

Построенная таким способом масштабная циклограмма позволяет оценить изделия-аналоги по каждому показателю в отдельности. Кроме того, из циклограммы («паутины качества») видно, что площадь, занимаемая многоугольником свойств изделия эквивалентна обобщенному (интегральному) показателю технического уровня. Чем площадь больше, тем выше технический уровень изделия.

ВЫВОД. Дифференциальный метод оценки ТУП, хотя и дает представление о характере и значениях показателей отдельных свойств, что позволяет принимать конкретные решения по управлению ТУ продукции, вместе с тем **он не дает ответа на вопрос**, какой из двух образцов двигателя лучше и должен быть принят для постановки на производство.

Определение весомости показателей качества, применяемое при дифференциальном методе оценки уровня качества, зависит от субъективного подхода. Погрешности, получающиеся при определении весомости показателей качества, могут значительно превосходить погрешности определения самих показателей с помощью измерительных средств. **Следовательно, дифференциальный метод оценки уровня качества недостаточно точен и малоперспективен.**

КОМПЛЕКСНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ТУ

КОМПЛЕКСНЫЙ МЕТОД основан на применении **комплексного (обобщенного) показателя** ТУП, который представляет собой функцию от единичных показателей.

Этот метод применяют в тех случаях, когда наиболее целесообразно оценивать ТУ только одним числом.

Обобщенный показатель представляет собой функцию, зависящую от единичных показателей, которые характеризуют однородную группу свойств.

$$Q=f(p_i)$$

Вид зависимости может определяться любым из возможных методов, в том числе и экспертным.

Комплексный показатель качества должен отвечать нескольким требованиям:

1. Репрезентативность – (представительность) – представленность в нем всех основных характеристик изделия, по которым оценивается его качество;

2. Монотонность – изменения Комплексного Показателя изделия при изменении любого из единичных ПК при фиксированных значениях остальных показателей.

3. Нормированность – численное значение Комплексного Показателя должно находиться между наибольшим и наименьшим значениями относительных показателей качества. Данное требование определяет размах шкалы КПК.

4. Критичность (чувствительность) к варьируемым параметрам. КП должен согласованно реагировать на изменение каждого из единичных показателей. КП определяется первой производной функции КП от единичных показателей. *При выходе за допустимые пределы единичного показателя, КПК должен значительно уменьшить свое значение.*

5. Сравнимость – сопоставимость результатов комплексной оценки качества, т.е. единичные показатели должны быть выражены **в безразмерных величинах**.

Перевод натуральных размерностей в безразмерные единицы измерения осуществляют путем соответствующего преобразования.

1. Если имеем линейную зависимость вида: $q = k \cdot P$,

где q – значение показателя в безразмерных единицах (баллах, частях);

P – значение показателей в натуральных единицах;

k – коэффициент преобразования.

Тогда:

$$k = \frac{q_v - q_n}{P_v - P_n}$$

где q_v, q_n, P_v, P_n – верхние и нижние значения диапазонов измерения показателей в безразмерных и натуральных единицах соответственно. Часто принимают $q_v = 1,10$ и т.п., а $q_n = 0$.

2. В ряде случаев необходимо принимать **нелинейную зависимость функции** $q = f(P)$, форма которой выводится на основе экспериментов или наблюдений за характером изменения показателя P .

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

$$ТУ = U = \frac{Q_{оц}}{Q_{баз}}$$

Сложность комплексной оценки заключается в объективном нахождении обобщенного показателя.

КОМПЛЕКСНЫЙ (ОБОБЩЕННЫЙ) ПОКАЗАТЕЛЬ МОЖЕТ БЫТЬ ВЫРАЖЕН:

- 1. главным показателем** – показателем, который может, по мнению экспертов, в основном характеризовать качество изделия.
- 2. средневзвешенным показателем**, – который нормируется делением показателей оцениваемого изделия и аналогов на соответствующее максимальное значение.
- 3. интегральным показателем.**

1. ГЛАВНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ определяют в том случае, если имеется необходимая информация для установления функциональной зависимости его от единичных показателей.

Главный показатель отражает основное назначение изделия, его функциональные возможности. Для МРС главным показателем является **производительность**.

ГЛАВНЫЙ ПК автобуса – годовая производительность чел.-км: $W_n = T_n \nu \gamma_n \beta_n 365 \alpha_n$,

где T_n – средняя продолжительность нахождения автобуса в наряде, ч; ν – эксплуатационная скорость автобуса, км/ч; r_n – номинальная вместимость автобуса, чел.; α, β, γ – коэффициенты.

2. СРЕДНЕВЗВЕШЕННЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ строится как зависимость, аргументами которой являются **показатели качества q_i** и **параметры их весомости b_i** .

Обычно используют следующие **СРЕДНЕВЗВЕШЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ**:

- Средневзвешенный арифметический показатель: $Q_u = \sum (b_i p_i)$;
- Средневзвешенный геометрический показатель: $Q_V = \prod (p_i)^{b_i}$,

где p_i – значение i – го показателя качества продукции; β_i – параметр весомости i – го показателя качества продукции; n – число показателей КП.

Параметры весомости могут быть размерными и безразмерными.

Безразмерные параметры называются **Коэффициентами весомости** – они должны удовлетворять условию: $\sum \beta_i = 1$.

Параметров (**коэффициентов**) **весомости** определяют одним из следующих методов:

- метод параметрических и стоимостных регрессионных зависимостей
- метод предельных и номинальных значений
- метод эквивалентных соотношений
- экспертный метод

ПРИМЕР.

Оценить уровень качества кокса, значение основных показателей качества которого соответствует требованиям ГОСТ. За базовый образец принят применяемый в Англии в доменной процессе кокс Фирмы Apple Frodingem. Исходные данные см. табл.

№ п/п	Показатель качества кокса	Значение показателя, %	Базовые значения показателей (англ.кокса) P, %	Коэф. весомости в баллах
1	Содержание серы	0,7	1,2	-20,0
2	Зольность	11	9,8	-2,0
3	Показатель дробимости	78	70	+1,3
4	Показатель истираемости	8	9,8	-3,0

Знак «-» означает ухудшение, «+» - улучшение качества.

Уровень качества оцениваемого кокса определяется формулой $TU = Q_U / Q_{U \text{ баз}}$

$$TU = \frac{-20 \cdot 0,7 - 2 \cdot 11,0 + 1,3 \cdot 78,0 - 3 \cdot 8}{-20,0 \cdot 1,2 - 2,0 \cdot 9,8 + 1,3 \cdot 70,0 - 3,0 \cdot 9,8} = 2,3; \quad - Q_{U \text{ оц}} \text{ в } 2,3 \text{ раза больше } Q_{U \text{ баз}}$$

Недостаток среднего взвешенного показателя – субъективность коэффициентов весомости.

4. ИНТЕГРАЛЬНЫЙ (обобщенный) показатель – показатель, характеризующий в наиболее обобщенной форме **эффективность работы изделия**.

Этот показатель принимают для расчета тогда, когда установлен суммарный полезный эффект и суммарные затраты на создание и эксплуатацию изделия.

Его рассчитывают двояко:

- как отношение суммарного полезного эффекта **ПЭ** от эксплуатации продукции (машины) выраженного в натуральных единицах измерения к суммарным затратам **З** на его создание и эксплуатацию за весь срок службы (до одного года).

Определяется по формуле:

$$I = \frac{ПЭ_T}{\sum_{t=0}^T (З_{ct} + З_{эт})}, \text{ где } T - \text{ расчетный период;}$$

- либо как обратное отношение этих затратам **З** к полезному эффекту **ПЭ**

$$I = \frac{\sum (З_{ct} + З_{эт})}{ПЭ_T},$$

где ПЭ – полезный эффект, т.е. количество единиц продукции или выполненной изделием работы за весь срок эксплуатации изделия, (число произведенных заготовок или деталей и т.д.).

Очевидно, что в первом случае интегральный показатель качества характеризуется полезным эффектом, приходящимся на одну денежную единицу суммарных затрат, а во втором - суммой затрат в рублях, приходящихся на единицу полезного эффекта.

Технический уровень в этом случае определяется отношением интегрального показателя оцениваемого изделия к интегральному показателю базового образца:

$$U = I_{оц} / I_{баз}$$

Недостатки интегрального показателя – трудность применения к изделиям сферы потребления, неприменимость для сырья и материалов, не учитывает эргономические, эстетические и некоторые другие свойства. Он применим для изделий, эффект от эксплуатации которых выражается в натуральной или денежной форме.

Применение комплексного метода оценки ТУП связано с принципиальными трудностями:

1. Первая из них заключается в содержательном описании сложного свойства продукции, которое лучшим образом отражает совокупность элементарных свойств, образующих качество этой продукции.

2. Вторая трудность состоит в выборе комплексного показателя качества, т.е. показателя указанного сложного свойства и его размерности.

3. Третья трудность заключается в установлении функциональной зависимости комплексного показателя качества от единичных показателей, которая во многих случаях неизвестна.

Преодоление указанных трудностей осуществляется следующим образом.

Установление сложного свойства, характеризующего качество оцениваемой продукции и **показателя этого свойства**, выполняется **экспертами**, на основе глубокого изучения требований населения, народного хозяйства, нужд обороны страны, с одной стороны, и физических, химических и других свойств продукции, с другой.

Например. МРС обладает рядом свойств, из которых для потребителя важны: производительность, точность, энергопотребление, безотказность.

Точность станка будет сказываться на доле производимой **дефектной продукции**.

Поэтому для комплексной оценки **можно объединить производительность и точность** станка в более сложное свойство **производительности годных изделий**.

Безотказность и производительность годных изделий также можно объединить в **производительность годных изделий с учетом простоев из-за отказов**.

Наконец, производительность можно отнести на единицу энергопотребления. То есть целесообразно принять за **комплексный показатель качества** рассматриваемого станка количество годных единиц продукции, произведенное им за это время и отнесенное к единице потребляемой энергии.

Применительно к этому должен строиться учет других показателей качества станка и анализ его технического уровня и качества.

При комплексном методе оценки уровня качества требуется определять комплексные показатели качества, которые можно принимать за **обобщенные показатели**. Для сложных изделий это затруднительно. В самом деле, если при расчете комплексного показателя попытаться учесть, например, показатели, характеризующие эстетические свойства, то точность комплексного показателя может резко понизиться. Это объясняется тем, что показатели эстетических свойств пока оцениваются непосредственно ощущениями без применения приборов.

Во всех случаях, когда имеется возможность выявления характера взаимосвязей между учитываемыми показателями и коэффициентами их связей с обобщающими показателями качества оцениваемой продукции, следует определить функциональную зависимость $Q=f(x_i)$

СМЕШАННЫЙ МЕТОД

Дифференциальный и комплексный методы оценки качества продукции не всегда решают поставленные задачи.

При оценке сложной продукции, имеющей широкую номенклатуру показателей качества, с помощью дифференциального метода практически невозможно сделать конкретный вывод, а использование только одного комплексного метода не позволяет объективно учесть все значимые свойства оцениваемой продукции. В этих случаях для оценки уровня качества продукции применяют единичные и комплексные показатели качества, одновременно используя и дифференциальный и комплексный методы, т.е. оценку производят **СМЕШАННЫМ МЕТОДОМ**.

СМЕШАННЫЙ МЕТОД основан на одновременном использовании единичных и комплексных показателей оценки ТУП.

Данный метод применяется

- когда единичных показателей достаточно много и с помощью дифференциального метода практически невозможно сделать конкретного (обобщающего) вывода;
- когда использование только одного комплексного метода не позволяет объективно учесть все значимые свойства оцениваемой продукции.

Сущность и последовательность оценки этим методом заключается в следующем:

1. Часть единичных показателей объединить в группы и для каждой определить соответствующий **комплексный показатель**.
2. Наиболее важные показатели применять как **единичные**.
3. Численные значения единичных и комплексных показателей сравнивают с соответствующими значениями базовых показателей, т.е. применяют принцип дифференциального метода или оценку производят по формуле:

$$U = \sum \frac{P_i}{P_{i-баз}} \cdot \frac{1}{n} + \frac{Q}{Q_{баз}}$$

$$U = \sum b_i \frac{P_i}{P_{i-баз}} + \frac{U}{U_{баз}}$$

$$U = \sum b_i \frac{P_i}{P_{i-баз}} + \frac{V}{V_{баз}}$$

Единичные показатели качества обычно определяются с помощью измерений (но не всегда).

Патентно-правовые и экономические показатели, а также показатели стандартизации и унификации **получают расчетным путем.**

Расчетным путем можно найти и комплексные показатели (как было рассмотрено раньше).

Сравнение показателей качества, значения которых измерены или получены расчетным путем, может производиться по шкале интервалов либо по шкале отношений.

При сравнении показателей качества, как по шкале интервалов, так и по шкале отношений **учитывается характер их динамики.**

Например, при сравнении показателей качества по шкале отношений характер их динамики учитывается следующим образом:

отношение числовых значений показателей качества составляется так, чтобы при повышении качества по сравнению с исходным оно было больше единицы, при снижении – меньше единицы.

МЕТОД ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ ТУКП

Для оценки качества продукции широко применяются **экспертные методы**, основанные на **использовании суждений экспертов** (на использовании опыта и интуиции специалистов-экспертов) о качестве продукции, выраженных в количественной или качественной форме.

Экспертом (лат. - опытный) – является квалифицированный специалист, отвечающий требованиям профессиональной и квалиметрической компетентности, заинтересованности в участии в работе экспертной комиссии, деловитости и объективности.

Экспертизу осуществляют путем принятия группового решения компетентным методом (решения различных советов, конференций, совещаний, комиссий, экзаменаторов и т.п.).

Данный метод оценки ТУП **используется в тех случаях**, когда невозможно или нецелесообразно использование расчетных или измерительных методов определения значений единичных или комплексных показателей качества продукции. Э.М. не может быть использован, если ТУП можно оценить более точно другими методами.

Однако следует отметить, что Э.М. оценки многих показателей качества технической продукции является единственно возможным и применяется достаточно широко и для этого разработаны соответствующие методики.

Экспертный метод применяется:

1. при общей оценке качества продукции;
2. при классификации оцениваемой продукции;
3. при определении НПКП;
4. при определении коэффициентов весомостей;
5. при оценке органолептическим методом;
6. при выборе базовых образцов;
7. при аттестации продукции и сертификации и т.д.

Объектом экспертизы являются потребительские свойства в их совокупности, т.е. качество изделия.

Критерии, по которым осуществляется экспертиза качества, подразделяется на **общие** (сложившиеся в обществе представления и нормы) и **конкретные** (реальные требования к качеству продукции данного вида, установленные в нормативно-технических документах).

Экспертные комиссии, создаваемые для оценки КП, состоят из двух групп: рабочей и экспертной.

Рабочая группа занимается организацией и проведением экспертной оценки качества, обработкой полученной от экспертов информации и анализом результатов. В состав рабочей группы входят организатор, консультант по оцениваемой продукции и технические работники.

Экспертная группа выполняет оценочные операции, и ее члены освобождаются от всех операций не оценочного характера.

Последовательность основных этапов работы экспертной комиссии:

- назначение лиц, ответственных за организацию и проведение работ по экспертной оценке ТУКП;
- формирование экспертной и рабочей групп (7 – 20 чел);
- разработка классификации и определение номенклатуры показателей ТУ и качества оцениваемой продукции;
- подготовка анкет и пояснительных записок для опроса экспертов;
- оценка и опрос экспертов;
- обработка экспертных оценок;
- анализ и оформление результатов экспертной оценки ТУП.

При экспертном методе Оценку ТУК или показателя того или иного свойства продукции определяют в безразмерных единицах (часто в баллах).

Применяются 2 метода.

МЕТОД ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО СРАВНЕНИЯ

I. Если результат оценки качества эксперты представляют в виде ранжированного ряда, то численное определение оценок экспертов состоит в следующем (Метод последовательного сравнения):

- 1. все изделия (свойства) нумеруются произвольно, т.е. каждому свойству присваивается номер;**
- 2. эксперты ранжируют свойства по возрастающей шкале порядка:**

	Ранг 1	Ранг 2	Ранг 3	Ранг 4	Ранг 5
Э 1	P1	< P4	< P2	< P3	< P5
Э 2	P1	< P2	< P4	< P5	< P3
Э 3	P2	< P1	< P5	< P3	< P4
Э 4	P2	< P1	< P3	< P4	< P5
Э 5	P1	< P4	< P2	< P5	< P3

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

(**Ранги** – символы, указывающие положение каждого объекта в построенном ряду предпочтения по отношению к другим объектам.)

3. Определяют суммы рангов каждого объекта экспертной оценки:

$$P_1 = 7; \quad P_2 = 10; \quad P_3 = 21; \quad P_4 = 16; \quad P_5 = 21 \quad \text{и} \quad \Sigma P = 75$$

4. Строят обобщенный ранжированный ряд на основании полученных сумм:

$$P_1 < P_2 < P_4 < P_3 = P_5$$

5. Рассчитывают коэффициенты весомости по формуле: $b_i = \frac{\Sigma P_i}{\Sigma P_{i,n}}$,

например: $\beta_1 = \frac{7}{75} = 0,09; \quad \beta_2 = 0,13; \quad \beta_3 = 0,28; \quad \beta_4 = 0,21; \quad \beta_5 = 0,28.$

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

МЕТОД ПОЛНЫХ ПОПАРНЫХ СРАВНЕНИЙ

II. Если ранжирование объектов по их качеству осуществлять в табличной форме, то сопоставления и расчеты производятся по следующей методике (Метод полных попарных сравнений).

1. Составляется таблица, по которой каждый эксперт осуществляет сопоставление и оценку рассматриваемых изделий:

Каждое i -ое изделие сопоставляется с другими j -ми изделиями сравнения; если при попарном сопоставлении i -ое изделие признается качественнее j -го, то оно обозначается цифрой **1**; противоположная оценка обозначается **-1**, равнокачественная - обозначается **0**:

ЭКСПЕРТ 1:

Изделие i \ Изделие j	1	2	3	4	5	6	ИТОГО Оценка изделия
1	0	1	0	1	1	1	4
2	-1	0	-1	0	-1	1	-2
3	0	1	0	-1	1	1	2
4	-1	0	1	0	-1	-1	-2
5	-1	1	-1	1	0	1	1
6	-1	-1	-1	1	-1	0	-3

Из таблицы видно, что предпочтительные оценки получили изделия в следующей последовательности:

- 1 - изделие №1 – является предпочтительным;
- 2 - изделие №3;
- 3 - изделие №5

2. Далее **суммируются данные** о предпочтениях всех экспертов **и рассчитываются обобщенные предпочтения одних изделий над другими**, т.е. рассчитывается экспертный показатель качества изделия в виде частоты его предпочтений.

Частота предпочтения изделия определяется по формуле: $Q_{i,j} = \frac{N}{n}$,

где N – число предпочтений экспертов i – го изделия; n – число экспертов.

В нашем примере число оцениваемых изделий $m = 6$, пусть число экспертов $n=7$, а число предпочтений изделий экспертами: $N_1 = 5$; $N_2 = 2$; $N_3 = 3$; $N_4 = 0$; $N_5 = 4$; $N_6 = 1$.

Тогда частоты предпочтений каждого объекта будут следующими:

$$Q_1 = 5/7 = 0,71; \quad Q_2 = 2/7 = 0,29; \quad Q_3 = 3/7 = 0,43;$$

$$Q_4 = 0; \quad Q_5 = 4/7 = 0,57; \quad Q_6 = 0,14.$$

$$\text{Общее число положительных оценок: } C = \frac{6(6-1)}{2} = 15.$$

Весомость показателя качества одного изделия по отношению к показателям качества других

$$\text{изделий рассчитывается по формуле: } \beta_{i,j} = \frac{Q_{i,j}}{C} = \frac{Q_{i,j}}{\frac{m(m-1)}{2}},$$

где C – общее кол-во учитываемых оценок, связанное с числом изделий экспертизы.

$$\beta_1 = (0,71/15) \cdot 7 = 0,33;$$

$$\beta_2 = (0,29/15) \cdot 7 = 0,13;$$

$$\beta_3 = (0,43/15) \cdot 7 = 0,2;$$

$$\beta_4 = (0/15) \cdot 7 = 0;$$

$$\beta_5 = (0,57/15) \cdot 7 = 0,27;$$

$$\beta_6 = (0,14/15) \cdot 7 = 0,07.$$

Сумма всех показателей весомости качества изделий:

$$\sum \beta_i = 0,33 + 0,13 + 0,2 + 0 + 0,27 + 0,07 = 1.$$

Таким образом, получили ранжированный по качеству ряд исследованных изделий:

$$\text{№1} > \text{№5} > \text{№3} > \text{№2} > \text{№6} > \text{№4}$$

VI. ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ РАЗНОРОДНОЙ ПРОДУКЦИИ

Под **разнородной продукцией** понимают совокупность изделий, предназначенных для достижения определенной (единой) производственной цели.

Это могут быть разнообразные технологические машины, составляющие технологический комплекс или систему машин производственного процесса; кроме того, если предприятие выпускает несколько типов изделий, то оно создает разнородную продукцию.

Данный метод применяют при оценке деятельности предприятий:

- при оценке уровня качества разнородной продукции, выпускаемой одним предприятием (выпускаемой несколькими предприятиями);
- при анализе динамики качества разнородной продукции за несколько лет;
- при сравнении работы предприятий по повышению УКП;
- при обработке информации о качестве продукции в АСУ.

Для оценки ТУ разнородной продукции используются **индексы качества и дефектности.**

«Индекс качества продукции»

<p>Индекс качества продукции</p> <p>ГОСТ 15467-79</p>	<p>Комплексный показатель качества разнородной продукции, выпущенной за рассматриваемый интервал, равный среднему взвешенному (арифметических или геометрических) относительных значений показателей качества оцениваемой и базовой продукции</p>
---	---

Приведем примеры двух вариантов определения индексов качества:

Пример 1.

Имеется S различных видов продукции для каждого из которых определен комплексный показатель качества в рассматриваемом периоде K_i , где $i = 1, 2, \dots, S$, а также соответствующие базовые значения показателей K_{i0} . Тогда коэффициент весомости β_i вычисляют по формуле

$$b_i = \frac{C_i}{\sum_{i=1}^S C_i},$$

где C_i - стоимость продукции i -го вида в рассматриваемый период.

Индекс качества продукции (U) за этот период вычисляют по формуле

$$I_k = U = \sum_{i=1}^S b_i \frac{K_i}{K_{i0}}.$$

Пример 2

Для всех видов продукции установлены три группы качества, определяемые баллами B_1 , B_2 , B_3 . Если в рассматриваемый период была выпущена продукция этих групп на суммы соответственно C_1 , C_2 , C_3 , то коэффициент весомости (β_i) будет равен

$$b_i = \frac{C_i}{C_1 + C_2 + C_3}$$

Средний балл продукции (B_{cp}) определится по формуле $B_{cp} = \beta_1 B_1 + \beta_2 B_2 + \beta_3 B_3$, а индекс качества (I) равен

$$I = \frac{B_{cp}}{B_{б.ср}}$$

где $B_{б.ср}$ - средний балл продукции за базовый период.

«Индекс дефектности продукции»

Индекс дефектности продукции ГОСТ 15467-79	Комплексный показатель качества разнородной продукции, выпущенной за рассматриваемый интервал, равный среднему взвешенному коэффициентов дефектности этой продукции
Коэффициент дефектности продукции (D)	Среднее взвешенное; количество дефектов, приходящееся на единицу продукции

Пусть предприятие выпустило за определенный период S видов продукции, стоимость продукции каждого вида C_i . Тогда коэффициент весомости можно вычислить по формуле

$$b_i = \frac{C_i}{\sum_{i=1}^S C_i}$$

а индекс дефектности (U) по формуле

$$I_{\partial} = U = \sum b_i \cdot Q_i$$

где Q_i - **относительный коэффициент дефектности** продукции i -го вида, являющийся показателем качества изготовления продукции.

Он обычно определяется при выборочном инспекционном контроле готовой продукции.

Для этого предварительно определяют номенклатуру дефектов и для каждого вида дефектов находят коэффициент весомости.

«Коэффициент дефектности продукции» - среднее взвешенное количество дефектов, приходящихся на единицу продукции.

Для определения коэффициента, дефектности берется выборка из n единиц продукции, и в ней подсчитывают все дефекты, разбитые заранее на k видов. Для каждого вида дефекта устанавливается коэффициент весомости r_i , где $i = 1, 2, \dots, k$.

Коэффициент дефектности (D) вычисляют по формуле

$$D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k m_i \cdot r_i$$

где n – число проверенных деталей; r – коэффициент весомости i – го вида дефектов; m – количество дефектов i – го вида/

Коэффициент r_1 может быть определен экспертным методом или по стоимости устранения дефекта данного вида.

Относительный коэффициент дефектности (Q) можно вычислить по формуле

$$Q = D / D_{б}$$

где D_6 - базовое значение коэффициента дефектности, соответствующее определенному базовому периоду производства.

Примечание. При подсчете D и D_6 могут учитываться недостатки, допускаемые нормативной документацией, например, царапины, мелкие вмятины, сколы и пр.

ГОДНАЯ И ДЕФЕКТНАЯ ПРОДУКЦИЯ.

Годная продукция	Продукция, удовлетворяющая всем установленным требованиям
Дефект	Каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям
Дефектная продукция	Продукция, не удовлетворяющая всем требованиям, установленным НТД. – см. ГОСТ 15895-77
Дефектное изделие	Изделие, имеющее хотя бы один дефект

«Годная продукция»

Годная продукция не содержит дефектов, препятствующих ее приемке, но, как правило, имеет допускаемые отклонения показателей качества или параметров.

Понятие «годная продукция» следует отличать от более узкого понятия «работоспособная продукция», применимого к такой продукции, которая при ее использовании по назначению расходует свой технический ресурс. Такая продукция, будучи годной, является не только работоспособной, но и исправной, так как она удовлетворяет всем требованиям нормативной документации. Однако, работоспособная продукция не всегда является годной, поскольку она может иметь дефекты, не оказывающие существенного влияния на функционирование продукции, но исключающие возможность поставки ее потребителю.

Следует учитывать, что в ряде случаев годная продукция должна состоять не только из годных единиц (в частности, годных, изделий), но также должна иметь удовлетворительные показатели однородности.

«Дефект»

Если рассматриваемая единица продукции имеет дефект, то это означает, что по меньшей мере один из показателей ее качества или параметров вышел за предельное значение или не выполняется (не удовлетворяется) одно из требований нормативной документации к признакам продукции.

Несоответствие требованиям технического задания или установленным правилам разработки (модернизации) продукции относится к конструктивным дефектам.

Несоответствие требованиям нормативной документации на изготовление или поставку продукции относится к производственным дефектам.

Примерами дефектов могут быть выход размера детали за пределы допуска, неправильная сборка или регулировка (настройка) аппарата (прибора), царапина на защитном покрытии изделия, недопустимо высокое содержание вредных примесей в продукте, наличие заусенцев на резьбе и т. д.

Термин «дефект» связан с термином «неисправность» но не является его синонимом. Неисправность представляет собой определенное состояние изделия. Находясь в неисправном состоянии, изделие имеет один или несколько дефектов.

Термин «дефект» применяют при контроле качества продукции на стадии ее изготовления, а также при ее ремонте, например, при дефектации, составлении ведомостей дефектов и контроле качества отремонтированной продукции.

Термин «неисправность» применяют при использовании, хранении и транспортировании определенных изделий. Так, например, словосочетание «характер неисправности» означает конкретное недопустимое изменение в изделии; которое до его повреждения было исправным (находилось в исправном состоянии).

В отличие от термина «дефект» термин «неисправность» распространяется не на всякую продукцию, в том числе не на всякие изделия, например, не называют неисправностями недопустимые отклонения показателей качества материалов, топлива, химических продуктов, изделий пищевой промышленности и т. п.

Термин «дефект» следует отличать также от термина «отказ».

Отказом называется событие, заключающееся в нарушении работоспособности изделия, которое до возникновения отказа было работоспособным. Отказ может возникнуть в результате наличия в изделии одного или нескольких дефектов, но появление дефектов не всегда означает, что возник отказ, т. е. изделие стало неработоспособным.

Классификация дефектов:

1. По возможности обнаружения:

явный дефект, скрытый дефект.

Разделение дефектов на явные и скрытые имеет важное значение при анализе качества продукции, установлении причин неисправностей и при решении правовых вопросов управления качеством.

2. По значимости:

критический, значительный, малозначительный.

Такое разделение дефектов имеет большое значение при обосновании планов, методов и средств контроля.

3. По возможности устранения:

устранимый, неустранимый.

Имеет существенное значение при обосновании допусков на изготовление продукции и при разработке технологических процессов.

4. По причинам возникновения:

конструктивный, технологический, эксплуатационный.

Имеет существенное значение при анализе причин возникновения дефектов и принятия мер по устранению этих причин.

Явный дефект	Дефект, для выявления которого в нормативной документации, обязательной для данного вида контроля, предусмотрены соответствующие правила, методы и средства
Скрытый дефект	Дефект, для выявления которого в нормативной документации, обязательной для данного вида контроля, не предусмотрены соответствующие правила, методы и средства
Критический дефект	Дефект, при наличии которого использование продукции по назначению практически невозможно или недопустимо
Значительный дефект	Дефект, который, существенно влияет на использование продукции по назначению и (или) на ее долговечность; но не является критическим
Малозначительный дефект	Дефект, который существенно не влияет на использование продукции по назначению и ее долговечность
Устранимый дефект	Дефект, устранение которого технически возможно и экономически целесообразно
Неустранимый дефект	Дефект, устранение которого технически невозможно или экономически нецелесообразно
Брак	Продукция, передача которой потребителю не допускается из-за наличия дефектов
Исправимый брак	Брак, все дефекты, в котором, обусловившие забракование продук-

	ции, являются устанимыми
Неисправимый брак	Брак, в котором хотя бы один из дефектов, обусловивших забракование продукции, является неустранимым
Сорт продукции	Градация продукции определенного вида по одному или нескольким показателям качества, установленная нормативной документацией

«Явный дефект» и «Скрытый дефект»

Деление дефектов на явные и скрытые обуславливается предусмотренными правилами, методами и средствами контроля качества продукции.

К правилам контроля относят его распорядок (регламент, график), к методам - технологию (способы, приемы, последовательность операций), объем (число контролируемых показателей или параметров) и точность.

К средствам контроля, относят используемое оборудование (стенды, испытательные машины, оснастку позиций и площадок на полигонах и т. п.), измерительную и регистрационную аппаратуру, а также инструменты и приборы.

Многие явные дефекты, выявляются при внешнем осмотре (визуально). Однако, если нормативной документацией предусмотрена проверка отсутствия какого-либо дефекта инструментом, прибором или разборкой контролируемого изделия; то такой дефект относится к категории явных, несмотря на невозможность его визуального обнаружения.

Скрытые дефекты, как правило, выявляются после поступления продукции к потребителю или при дополнительных ранее не предусмотренных проверках, в связи с обнаружением других (явных) дефектов.

«Критический дефект», «Значительный дефект» и «Малозначительный дефект»

При разработке нормативной документации (главным образом, при установлении методов контроля изготавливаемой или ремонтируемой продукции) все возможные дефекты могут подразделяться на критические, значительные и малозначительные. Такое разделение основано на оценке степени влияния каждого рассматриваемого дефекта на эффективность и безопасность, использования продукции с учетом ее назначения, устройства показателей ее качества, режимов и условий эксплуатации.

Указанное разделение дефектов производится для последующего выбора вида контроля качества продукции (выборочный или сплошной) и для назначения такой характеристики выборочного контроля как риск потребителя (заказчика).

Чтобы не пропустить критический дефект, контроль продукции должен быть сплошным и в ряде случаев - неоднократным. Контроль отсутствия значительного дефекта допускается осуществлять выборочно только при достаточно низком назначении риска потребителя. Отсутствие малозначительного дефекта может контролироваться выборочно при относительно высоком значении риска потребителя.

Для некоторых видов продукции определенные совокупности дефектов, каждый из которых при отдельном его рассмотрении является малозначительным, могут быть эквивалентны значительному или даже критическому дефекту и должны относиться к соответствующей категории. Совокупности же значительных или значительных с малозначительными дефектов аналогичным образом могут быть эквивалентны критическому дефекту и должны относиться к категории критических.

В отдельных отраслях промышленности может, при необходимости, производиться более детальная классификация дефектов по степени их влияния на эффективность использования продукции.

В соответствии с приведенной классификацией дефектов иногда по результатам контроля продукции различают следующие ее единицы (в частности, изделия):

- критически дефектные, т. е. имеющие хотя бы один критический дефект;

- значительно дефектные, т. е. имеющие один или несколько значительных дефектов, но не имеющие критических дефектов;
- малозначительно дефектные, т. е. имеющие один или несколько дефектов малозначительных по отдельности и в совокупности, но не имеющие значительных и критических дефектов.

ПРИМЕР.

Классификация дефектов при заключительной проверке производства автомобилей и испытаний их в дорожных условиях.

1. Критические дефекты (ноль дефектов на 100 машин):

топливные течи; течи в системе охлаждения; течи в системе смазки; утечка тормозной жидкости; снижение уровня охлаждающей жидкости; не работает ножной тормоз; тугое или разболтанное рулевое управление и т.п.

2. Значительные дефекты (15 дефектов на 100 машин):

сцепление пробуксовывает, включается рывками; неисправность датчика давления; неисправность датчика температуры; перегрев частей трансмиссии; не работает вся система освещения; стеклоочистители не работают и т.п.

3. Малозначительные дефекты (150 дефектов на 100 машин):

необычный шум в двигателе; выход из строя свечей зажигания; не работает звуковой сигнал и т.п.

4. Низкозначительные дефекты (400 дефектов на 100 машин):

дефекты металлических листов покрытия; дефекты покраски; дефекты отделки; подъемные скобы плохо установлены и т.п.

«Устранимый дефект» и «Неустранимый дефект»

Устранимость и неустранимость дефекта определяют применительно к рассматриваемым конкретным условиям производства и ремонта с учетом необходимых затрат и других факторов.

Один и тот же дефект может быть отнесен к устранимым или неустранимым в зависимости от того, обнаружен он на ранних или на заключительных этапах технологического процесса производства (ремонта).

Неустранимые дефекты могут переходить в категорию устранимых также в связи с усовершенствованием технологии производства (ремонта) продукции и снижением затрат на исправление брака.

ПРИМЕР.

Определить коэффициент дефектности **D** и уровень качества изготовления **Ук** для велосипеда при стоимости его изготовления **C = 870руб.** и объеме выборки **n = 30шт.**

Исходные данные для расчета приведены в таблице.

№ п/п	Коэффициент весомости, r_i , руб.	Число дефектов, m_i	$d_i = r_i \cdot m_i$
1	0,03	142	4,26
2	0,021	7	1,47
3	0,10	4	0,40
4	20	12	240
5	3,04	130	395,2
6	0,02	27	0,54

Решение:

Коэффициентом дефектности - среднее взвешенное количество дефектов, приходящихся на единицу продукции:

$$D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k m_i \cdot r_i$$

где n – число проверенных деталей; r – коэффициент весомости i – го вида дефектов; k – число всех видов дефектов, встречающихся в данной продукции при выборке; m – количество дефектов i – го вида.

$$1. \sum_{i=1}^k r_i \cdot m_i = 641,87$$

2. По данным таблицы определим коэффициент дефектности

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

3. При стоимостном способе определения коэффициентов весомости дефектов уровень качества изготовления определяется по формуле

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

С понятием ДЕФЕКТ связано понятие **БРАК** - Продукция, передача которой потребителю не допускается из-за наличия дефектов

«Брак»

Понятие «брак» совпадает с понятием «забракованная продукция», если продукция состоит из одной единицы, оказавшейся дефектной, или из нескольких единиц, в каждой из которых имеется хотя бы один дефект.

Если продукция, состоящая из нескольких единиц (например, партия изделий), забракована по результатам выборочного контроля, то в ней, кроме дефектных единиц (дефектных изделий) могут содержаться также и годные единицы (годные изделия). В этом случае брак может выделяться из забракованной продукции при ее разбраковке методом сплошного контроля. Продукция, состоящая из годных единиц, может быть забракована в связи с получением при испытаниях неудовлетворительного значения показателя однородности.

В приведенных случаях понятия «брак» и «забракованная продукция» не совпадают.

Понятие «брак» относится, как правило, к условиям создания продукции. Однако, если брак обнаруживается при эксплуатации или потреблении продукции, то ответственность за выпуск брака и поставку его потребителю несет изготовитель (поставщик) продукции.

«Исправимый брак» и «Неисправимый брак»

Аналогично делению дефектов на устранимые и неустраняемые отнесение брака к исправимому и неисправимому зависит от ряда факторов, например, от принятой технологии изготовления продукции, величины затрат на исправление брака и т. п.

Пример.

На заводе за отчетный период стоимость окончательного (неисправимого) брака 43556 тыс. руб. Расходы по исправлению брака (исправимого) 26454 тыс. руб. Стоимость окончательного брака по цене использования 4360 тыс. руб. Взыскано с поставщиков по претензиям за поставку недоброкачественных материалов 2600 тыс. руб. Удержано за брак с виновников 2350 тыс. руб.

Валовая продукция за тот же период по себестоимости 1207600 тыс. руб.

Определить абсолютные и относительные показатели размера брака и размера потерь от брака на заводе за отчетный период.

Решение:

Абсолютный размер = 43556 + 26454 = 70010 тыс. руб.

Абсолютные потери = 70010 – 4360 – 2600 – 2350 = 60700 тыс. руб.

$$\text{Относительный размер брака} = \frac{70010}{1207600} * 100\% = 5,8\%$$

$$\text{Относительные потери} = \frac{60700}{1207600} * 100\% = 5,0\%$$

Статистическое регулирование технологического процесса – это корректирование параметров процесса по результатам выборочного контроля параметров изготавливаемой продукции для обеспечения требуемого уровня ее качества и предупреждения брака. Основным инструментом регулирования является контрольная карта (КК). На КК отмечается диапазон неизбежного разброса значений показателя.

Контрольные карты - это представление полученных данных в виде графика в порядке поступления в ходе технологического процесса во времени. Они позволяют контролировать текущие рабочие характеристики процесса и показывают отклонения от стандарта, целевого или среднего значения, а также уровень статистического контроля процесса в течение определенного времени. Их можно использовать для изучения возможностей процесса, чтобы помочь определить достижимые цели качества и выявить изменения средних характеристик и изменчивость процесса, которые требуют корректирующего действия.

Контрольные карты основываются на трех положениях:

- все процессы с течением времени отклоняются от заданных характеристик;
- отклонения отдельных точек являются непрогнозируемыми;
- стабильный процесс изменяется случайным образом, но так, что группы точек стабильного процесса имеют тенденцию находиться в прогнозируемых границах;
- нестабильный процесс отклоняется в силу неслучайных факторов, и неслучайными обычно считаются те отклонения, которые находятся за пределами прогнозируемых границ.

Контрольные карты позволяют использовать текущие данные процесса, чтобы установить статистически нормальные границы (границы регулирования), в которых должны находиться характеристики процесса. Постоянное использование контрольной карты может помочь определить факторы, вызывающие отклонения процесса от заданных требований и исключить их влияние.

Результаты измерений процесса в течение определенного времени сравниваются с требованиями к процессу для установления, что процесс:

- выходит за установленные границы, но позволяет удовлетворить требования потребителя (процесс требует наладки, настройки);
- находится в установленных границах, но не позволяет удовлетворить требования потребителя (необходимо улучшение процесса);
- выходит за установленные границы и не позволяет удовлетворить требования потребителя (процесс требует наладки/ настройки и кроме того необходимо общее улучшение процесса)

Для оценки контрольных границ применяется трехкратное среднее квадратическое отклонение (правило «трех сигм»).

$$d = \sqrt{\frac{\sum (p - \bar{p})^2}{n}} \quad \text{или} \quad d = \sqrt{\bar{p}^2 - (\bar{p})^2},$$

где p - количество (или доля) дефектных изделий в выборке; \bar{p} - средняя доля дефектных изделий; n - число наблюдений.

Общий вид контрольной карты:

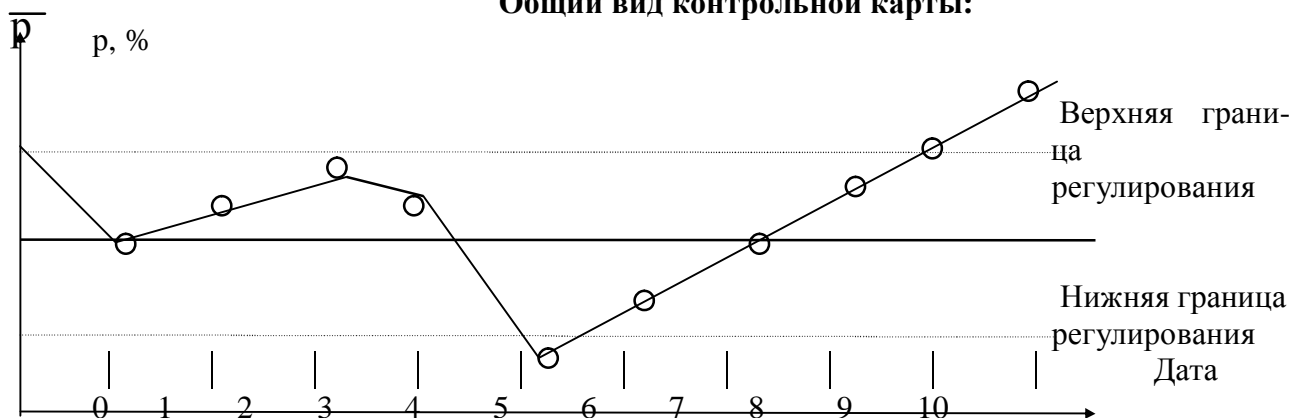


Рис. 4.1. Общий вид контрольной карты

Если точки, наносимые на контрольную карту, не входят за границы регулирования, то технологический процесс протекает стабильно. Если точки на КК выходят за контрольные границы, то считается, что в технологическом процессе возникли какие-то технологические погрешности, которые должны быть выявлены и устранены. Каждый выход за регулировочные границы должен фиксироваться и тщательно анализироваться.

Детальные подробности построения контрольных карт приводятся в стандарте ISO 7870 -93.

Например: Требуется по приведенным ниже данным построить контрольную карту контроля продукции за декаду:

Таблица 4.2

Число месяца	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Содержание серы в нефти, %	2,3	2,1	2,0	2,5	3,5	2,8	2,2	2,0	2,0	2,1

Решение:

Для построения контрольной карты необходимо определить значение среднего уровня дефектности, а также верхнюю и нижнюю границу регулирования.

Среднее значение признака находится по формуле средней арифметической:

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n},$$

где \bar{p} - среднее значение признака; x_i - индивидуальные значения признака; n - число индивидуальных величин.

$$\bar{p} = \frac{2,3 + 2,1 + 2,0 + 2,5 + 3,5 + 2,8 + 2,2 + 2,0 + 2,0 + 2,1}{10} = \frac{23,5}{10} = 2,35\%$$

Для оценки контрольных границ (границ регулирования) применяется трехкратное средне-квадратичное отклонение (правило трех сигм). Данные для расчета границ регулирования представлены в таблице:

Таблица 4.3

Номер	p	$p - \bar{p}$	$(p - \bar{p})^2$
1	2,3	-0,05	0,0025
2	2,1	-0,25	0,0625
3	2	-0,35	0,1225
4	2,5	0,15	0,0225
5	3,5	1,15	1,3225
6	2,8	0,45	0,2025
7	2,2	-0,15	0,0225
8	2	-0,35	0,1225
9	2	-0,35	0,1225
10	2,1	-0,25	0,0625

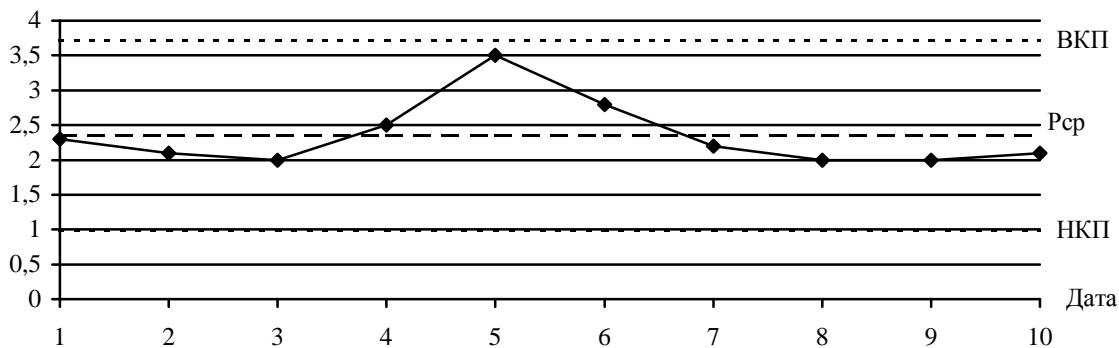
$$s = \sqrt{\frac{2,065}{10}} = 0,454$$

Верхняя граница регулирования: ВКП = 2,35 + 3*0,454 = 3,712

Нижняя граница регулирования: НКП = 2,35 - 3*0,454 = 0,988

Содержание серы, %

Контрольная карта



Поскольку точки, наносимые на контрольную карту, не выходят за границы регулирования, технологический процесс не требует дополнительного регулирования.

Оценка уровня качества;

Выработка рекомендаций и принятие управленческих решений

СОСТАВЛЕНИЕ КАРТЫ ТУКП.

Результаты определений всех показателей качества и технических уровней продукции отражают в специальной **карте уровня** по ГОСТ 2.116-84 "Карта технического уровня и качества продукции" или в сопоставительной "Таблице качества". Данные карты (таблицы) уровня анализируются по специальным методикам, учитывающим специфику изделий.

Карта уровня входит в состав технической документации на вновь осваиваемую продукцию, модернизируемую продукцию, отражая ее техническое совершенство.

Она используется для

- обоснования целесообразности разработки продукции,
- постановки (снятии) ее на производство или модернизации,
- при сертификации и определении конкурентоспособности,
- анализе соответствия основных показателей лучшим мировым образцам,
- а также при государственной регистрации.

Карта технического уровня включает следующие формы:

1. **Общие данные:** назначение, область применения и характеристику продукции; организация-разработчик; предприятие изготовитель; данные об аттестации качества изделия; страны, в которых продукция обладает патентной чистотой и др.
2. **Определение уровня качества изделия:** наименование показателей; значения показателей оцениваемой продукции, базового, перспективного и заменяемого образцов, лучших отечественных и зарубежных аналогов.
3. **Данные об аналогах:** код продукции; страна и предприятие-изготовитель; год постановки продукции на производство.
4. **Сведения о представителях типоразмерного ряда, группы продукции:** наименование представителя продукции, наименование и значение показателей технического уровня продукции и др.
5. **Планируемое изменение показателей качества изделия:** наименование показателя, величина показателя имеющаяся и планируемая, год достижения.
6. **Выводы и предложения:** результаты государственных испытаний, данные о сертификации.

Карту уровня разрабатывает и ведет головной разработчик продукции, начиная с этапа подготовки ТЗ и кончая снятием продукции с производства.

При составлении карты должны использовать результаты научно-исследовательских и экспериментальных работ, патентных исследований, учитывать требования международных и национальных стандартов на аналогичную продукцию, результаты государственных испытаний опытных образцов, чтобы своевременно вносить изменения и дополнения.

Карту уровня подписывают:

- разработчик – на этапе составления ТЗ,
- заказчик продукции – одновременно с согласованием ТЗ.

Один экз. передается для государственной регистрации.

На основе анализа делаются выводы о качестве (техническом совершенстве) оцениваемой продукции.

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ПРОДУКЦИИ

Технический уровень и качество продукции **закладывается при ее разработке, обеспечивается при изготовлении и поддерживается при эксплуатации, т.е. на всех стадиях ЖЦП.**

Исходя из этого положения, устанавливаются цели и содержание оценки на указанных стадиях жизненного цикла. Кроме того, принципы оценки ТУП зависят от характера продукции (однородной, разнородной).

1. На этапе разработки проводятся научно-исследовательские работы и подготовка технического задания (ТЗ), оценивается уровень разрабатываемой техники, в результате чего устанавливаются требования к качеству машин, и производится нормирование показателей в НТД (нормативно-технической документации).

Так, **конструкторская разработка** заканчивается выпуском конструкторской документации, включающей чертежи элементов и машины в целом, а также технические условия на изготовление этих элементов и машины в целом.

В конструкторской документации сформулированы требования к отдельным показателям качества, которые в совокупности призваны обеспечить требуемое качество машины.

Стадия **разработки** продукции включает:

- подготовку и оформление технического задания (ТЗ),
- разработку эскизного проекта,
- изготовление и испытания опытных образцов.
- разработку рабочего проекта и полного комплекта технической документации, необходимой для постановки продукции на производство.

Цель оценки на этой стадии заключается в определении меры соответствия значений показателей ТУК разработанной продукции достижениям научно-технического прогресса.

При этом используются значения показателей качества, полученные как расчетными методами, так и в результате испытаний.

По этим значениям оформляются карты ТУ и осуществляется всесторонний технико-экономический анализ.

Основным принципом оценки ТУК однородной продукции на стадии разработки является получение **заключения об уровне качества продукции в целом**, в результате сравнения совокупности значений единичных показателей ТУ **оцениваемого** образца продукции с соответствующей совокупностью базовых значений тех же показателей (то есть установить обобщенный (комплексный) показатель ТУП).

Требования к качеству машины, сформированные при конструкторской разработке, должны быть обеспечены при ее производстве.

2. На этапе производства определяются фактические значения показателей качества продукции по результатам контроля и испытаний, оценивается уровень качества изготовления продукции, и принимаются соответствующие решения при управлении качеством.

На этапе **изготовления машин** особое внимание обращают на важнейший показатель качества – точность всех параметров изготовления деталей машин.

Цель оценки качества на стадии изготовления заключается в определении меры соответствия фактических значений показателей ТУКП (до начала ее эксплуатации) установленным требованиям чертежей и стандартов, технических условий и других НТД.

В основу оценки ТУК продукции на стадии производства положен принцип минимума доли дефектности. Мерой оценки принято считать коэффициент дефектности, который представляет собой характеристику средних потерь, связанных с наличием дефектов, приходящихся на единицу продукции.

Данным методом пользуются для оценки качества изготовления продукции на ведущих отечественных и зарубежных предприятиях.

3. На этапе эксплуатации оценивается уровень качества изготовленной продукции и, по результатам эксплуатации ее, принимаются управленческие решения, направленные на сохранение или повышение уровня качества продукции.

Цель оценки ТУКП в эксплуатации заключается в определении меры соответствия требованиям Норм.Тех.Док. фактических значений показателей качества в процессе эксплуатации.

Мерой соответствия фактических значений показателей качества после определенного срока эксплуатации **значениям тех же показателей до начала эксплуатации** считают различные меры близости скалярных и векторных величин.

Сопоставление значений показателей ТУКП можно осуществлять как дифференциальным, так и комплексным или смешанным методом.

Эта оценка проводится для выявления путей более полного использования всех полезных свойств продукции, заложенных при ее создании.

Процесс эксплуатации продукции сопровождается постепенным ухудшением значений показателей качества, достигнутых при разработке и изготовлении. Поэтому оценка качества изделий в процессе их эксплуатации, в ряде случаев, сводится к оценке показателей их надежности, т.е. в основе оценки следует положить принцип максимума показателя долговечности или сохраняемости продукции.

Для оценки ТУКП разнородной продукции (совокупности двух или более видов продукции) применяют принцип максимума доли продукции высшей категории качества в общем объеме выпускаемой продукции – **индекс качества I_k**

Содержание операций оценки ТУКП на различных стадиях ЖЦП и последовательность их проведения.

Стадии жизненного цикла продукции		
Разработка продукции (формирование показателей ТУ)	Производство продукции (обеспечение показателей ТУ)	Эксплуатация продукции (поддерживание показателей ТУ)
Этапы и цели оценки качества продукции		
Установление цели оценки ТУ при проектировании продукции	Установление цели оценки ТУ изготовления продукции	Установление цели оценки ТУ в эксплуатации
<ol style="list-style-type: none"> 1. Установление класса и группы продукции. 2. Выбор и обоснование номенклатуры показателей качества. 3. Выбор базового образца. 4. Выбор метода определения значений показателей ТУКП и определение численных значений показателей ТУК оцениваемой продукции и базового образца. 5. Выбор метода оценки и определение обобщенного показателя ТУКП. 6. Сравнение и оценка ТУП. Составление карты ТУП. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установление методов и средств контроля качества. 2. Выбор метода определения значений показателей качества. 3. Определение фактических значений показателей качества по результатам контроля и испытаний. 4. Оценка уровня качества изготовления по показателям дефектности. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установление условий эксплуатации продукции. 2. Установление способа сбора и получения информации о качестве. 3. Определение фактических значений показателей качества. 4. Определение суммарного полезного эффекта и суммарных затрат. 5. Оценка рекламаций (претензий по поводу низкого качества). <p>Комплексная (интегральная) оценка ТУП.</p>
Получение результатов оценки и принятие решения.		

В ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ОПРЕДЕЛЯЮЩАЯ РОЛЬ ПРИНАДЛЕЖИТ СТАНДАРТИЗАЦИИ.

Стандарт регламентирует показатели качества выпускаемой и разрабатываемой продукции, устанавливает комплекс норм, правил, требований к конструкторской и технологической документации, технологическому оснащению и оборудованию, способствует повышению уровня унификации, взаимозаменяемости, развитию автоматизации производственных процессов, росту эффективности эксплуатации и ремонта изделий.

Огромная роль в безусловном обеспечении заданного уровня качества продукции в машиностроении, принадлежит метрологии.

Метрология – это наука об измерениях, методах достижения их единства и требуемой точности. Совершенствование средств и техники измерения во многом определяет уровень и эффективность промышленного производства, качества технических устройств.

Важным направлением работ по повышению технического уровня и качества продукции, обеспечению ее конкурентоспособности на внешнем рынке является **сертификация** – система действий, подтверждающих соответствие фактических характеристик продукции требованиям стандартов или иных документов, которые приняты в той или иной стране, в международных организациях.

Т.О. стандартизация, метрология и сертификация являются инструментами обеспечения качества продукции. Поэтому овладение методами обеспечения качества и оценкой технического уровня продукции, базирующимися на триаде – стандартизация, метрология и сертификация, является одним из главных условий выхода продукции на рынок с конкурентоспособной продукцией.

СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ.

1. ПОКАЗАТЕЛИ НАЗНАЧЕНИЯ

Показатели назначения характеризуют степень соответствия изделия его целевому назначению, а также свойства, определяющие основные функции, для выполнения которых оно предназначено. При определении показателей назначения выбирают для анализа и оценки ТУП только наиболее существенные, характеризующие важнейшие свойства продукции.

Показатели назначения подразделяются на следующие подгруппы: классификационные, функциональной и технической эффективности, конструктивные, состава и структуры продукции.

1. КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Классификационные показатели характеризуют принадлежность данной продукции к определенной классификационной группе. К ним относятся: мощность двигателя, передаточное число редуктора, содержание углерода и легирующих элементов в стали и др.

Классификация (разряд, группа) – это разделение множества объектов на подмножества по их сходству и (или) различию в соответствии с принятыми методами классификации.

На практике используют 2 основных метода классификации – фасетный и иерархический.

ФАСЕТНЫЙ (*facette - грань отшлифованного камня*) метод – представляет параллельное разделение множества объектов на независимые классификационные группы – **фасеты**. Фасеты указывают на принадлежность объектов к одной группе, и объекты объединены по одному их присущих им свойств, *т.е. каждая фасета характеризует только одну из сторон классифицируемых объектов.*

Пример. Классификация сталей: обыкновенного качества, качественные, высококачественные, особовысококачественные.

Главными признаками качества стали, являются показатели содержания в ней вредных примесей элементов (сера, фосфор).

Наряду с данной классификацией существуют и другие, например, **по функциональному назначению**: конструкционные и инструментальные, пружинно-рессорные и шарикоподшипниковые, электротехнические, рельсовые, штамповые и т.д.

ИЕРАРХИЧЕСКИЙ МЕТОД (*hierarchia – расположение частей или элементов целого в порядке от высшего к низшему*) – это последовательное по структуре разделение множества объектов на соподчиненные классификационные группы. Здесь каждая последующая ступень классификации конкретизирует признак вышестоящей ступени.

Пример. Классификация машин: в зависимости от функционального назначения все машины классифицируют по роду, классу, виду, разновидности, типу, типоразмерам.

Род – это совокупность специальных машин, применяемые в конкретной отрасли производства, которые характеризуются общностью выполняемых функций, технологических процессов и технических принципов их действия, а также общностью особенностей производственного процесса, в котором эти машины используются (с/х машины, металлообрабатывающие станки и т.п.).

Класс машин – это машины определенного рода, отличающиеся характером выполняемой работы и предназначенные для выполнения специальных работ в определенной области производства. *Например, классом с/х машин являются почвообрабатывающие машины или зерноуборочные.*

Вид машин составляют машины, входящие в определенную группу и отличающиеся некоторыми техническими признаками. (Тракторы пропашные и др.).

Разновидность машин – (токарные станки для обработки деталей диаметром до 400мм) – совокупность определенного вида машин, характеризующая общностью непосредственного эксплуатационного назначения.

Тип машин – машины определенного вида или группы, отличающиеся конструктивными особенностями. Однотипные машины взаимозаменяемы.

Типоразмеры машин – машины определенного типа, отличающиеся параметрами некоторых технических характеристик.

Итак, в качестве классификационных показателей принимаются те, по которым можно и необходимо произвести классификацию однородной продукции с целью последующего получения количественной оценки уровня качества изделия.

2. ПОКАЗАТЕЛИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Функциональной и технической эффективности характеризуют полезный эффект от эксплуатации, а также прогрессивность технических решений, реализованных в данной продукции. Эти показатели являются *эксплуатационными*. К ним относятся: производительность, точность выполнения операций, выходная мощность, удельная энергоемкость работы и др.

Функциональные параметры технических изделий – это те, которые являются выходными и характеризуют техническую эффективность выполнения изделием функции по назначению.

Для анализа и отбора наиболее существенных показателей машины и ее элементов необходимо рассмотреть **структуру машины**, взаимосвязи ее подсистем и элементов, их иерархию. Здесь обнаруживаются прямые связи, которые обуславливают соответствующие функциональные характеристики машины, и обратные связи, которые предъявляют определенные требования со стороны внешней по отношению к машине среды к выходным характеристикам машины и требования со стороны выходных характеристик машины к параметрам ее элементов.

О содержании функциональных показателей и показателей технической эффективности нельзя говорить обобщенно, т.е. безотносительно к конкретному объекту исследования и к его назначению. Объект, его сущность, принцип действия и т.д. предопределяют перечень и смысл показателей, характеризующих функциональную и техническую эффективность объекта исследования.

3. КОНСТРУКТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Конструктивные характеризуют основные проектно-конструкторские решения, удобство монтажа и установки, возможность агрегатирования и *взаимозаменяемости продукции*.

Для продукции, на которую разработана конструкторская документация, применение конструктивных показателей при оценке уровня качества обязательно.

К конструктивным показателям относятся: *габаритные и присоединительные размеры, коэффициент сборности* (блочности), *уровень механизации или автоматизации работы изделия*, коэффициент эффективности взаимозаменяемости отдельных частей изделия и т.п.

4. ПОКАЗАТЕЛИ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ ПРОДУКЦИИ.

Состава и структуры продукции – выражают количество в обработанных материалах примесных химических элементов и структурные состояния этих материалов.

К ним относятся: эффективность обработки сырья или материалов, массовая доля компонент, концентрация различных примесей в газообразных и жидких средах, коэффициент механизации или автоматизации и др.

Показатели состава и структуры технических изделий входят в подгруппу конструктивных показателей. А показатели состава и структуры различных материалов и связь их с потребительскими свойствами рассматриваются самостоятельно в силу их специфичности (процентное содержание одного вещества в другом, концентрация примеси в растворах и др.).

Показатели назначения играют важную роль в оценке качества, на их основе часто строят критерии оптимизации процесса управления качеством продукции, используемые для нахождения наилучших управленческих решений. Следует отметить, что практически невозможно разработать постоянную номенклатуру показателей назначения, пригодную для всех видов продукции. Отраслевые документы по оценке уровня качества содержат перечни наиболее часто употребляемых показателей назначения продукции отрасли.

2. ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ

Важнейшей технической характеристикой качества является **надежность**.

Слово **надежность** связано с понятием надежды на длительную и безотказную работу. Кроме того, в самом понятии **надежности** заключается элемент некоторой неуверенности и неопределенности. Поэтому **надежность** изделий оценивается вероятностными характеристиками, основанными на статистической обработке экспериментальных данных.

Сложность *количественной оценки надежности* исследуемого изделия состоит в том, что это свойство изделий обычно относится к их будущему существованию, иначе говоря, *характеристики надежности* носят по отношению к каждому конкретному изделию прогнозный характер.

Надежность является одним из основных свойств продукции. Чем ответственнее функции продукции, тем выше должны быть требования к надежности. Недостаточная надежность изделия приводит к большим затратам на ремонт и поддержание их работоспособности в эксплуатации. Надежность изделий во многом зависит от условий эксплуатации: влажности, механических нагрузок, температуры, давления и др.

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК НАДЕЖНОСТИ (ГОСТ 27.002-89)

НАДЕЖНОСТЬ – это свойство изделия выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения эксплуатационных показателей.

Надежность изделия включает следующие количественные характеристики: **безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость**.

1. БЕЗОТКАЗНОСТЬ – свойство изделия непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени.

Работоспособное состояние (работоспособность) – состояние изделия, при котором его параметры находятся в установленных нормативно-технической документацией (НТД) допусках.

Показателями *безотказности* являются (единичные показатели):

- **вероятность безотказной работы – $P(t)$** ;
- **средняя наработка до отказа – T_{cp}** ;
- средняя наработка на отказ – T_o ;
- средняя наработка между отказами – T ;
- интенсивность отказов – $I(t)$;
- поток отказов восстанавливаемого изделия – $I_1(t)$;
- средняя частота отказов – $w(t)$;
- вероятность отказов – $Q(t)$.

Вероятность безотказной работы является одной из наиболее значимых характеристик надежности изделия, так как она охватывает все факторы, влияющие на надежность. Для вычисления вероятности безотказной работы используются данные, накапливаемые путем наблюдений за работой при эксплуатации или при специальных испытаниях.

Для определения значения **вероятности безотказной работы** изделий используют формулу для среднестатистического значения:

$$P(t) = \frac{N - N_o}{N} = \frac{N_p}{N},$$

где N – число наблюдаемых изделий; N_o – число отказавших изделий за время t ;

N_p – число работоспособных изделий к концу времени t испытаний или эксплуатации.

Расчет среднестатистического времени **наработки до отказа** (среднего времени безотказной работы) по результатам наблюдений определяют по формуле:

$$T_{cp} = \frac{\sum t_i}{N},$$

где t_i – время безотказной работы i -го изделия, N – число наблюдаемых изделий.

2. Долговечность – свойство изделия сохранять работоспособность до наступления предельного состояния с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонтов.

Показатели *долговечности*:

- **средний ресурс** (т.е. среднее время работы до достижения предельного состояния) – T_p ;
- гамма-процентный ресурс – T_{pi} ;
- назначенный ресурс – $T_{p.n.}$;
- установленный ресурс – $T_{p.y.}$;
- **средний срок службы** (календарное время до достижения предельного состояния) – T_{cl} ;
- гамма-процентный срок службы – $T_{cl.i}$;
- назначенный срок службы – $T_{cl.n.}$;
- установленный срок службы – $T_{cl.y.}$.

Средний ресурс изделия:
$$T_p = \frac{\sum T_{pi}}{N},$$

где T_{pi} – ресурс i -го объекта; N – число изделий, поставленных на испытания или в эксплуатацию.

Средний срок службы:
$$T_{cl} = \frac{\sum T_{cli}}{N},$$

где T_{cli} – срок службы i -го изделия.

Надежность и долговечность обусловлены наступлением таких событий, как **повреждение** или **отказ**, а также **наработка** и **технический ресурс**.

Повреждение – событие, заключающееся в нарушении исправности изделия.

Отказ – событие, в результате которого происходит полная или частичная утрата работоспособности изделия.

Отказы классифицируются:

- По причинам возникновения;
- По характеру возникновения;
- По характеру проявления;
- По возможности устранения.

Наработка – продолжительность (час, цикл) или объем работы изделия (т, км и т.п.).

Ресурс – суммарная наработка изделия от начала его эксплуатации или ее возобновления после ремонта до перехода в предельное состояние.

Предельное состояние – состояние изделия, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима по требованиям безопасности или по экономическим соображениям. Предельное состояние наступает в результате исчерпания ресурса или в аварийной ситуации.

Срок службы – календарная продолжительность эксплуатации изделий или ее возобновления после ремонта от начала его применения до наступления предельного состояния.

3. Ремонтпригодность – это свойство изделия, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния.

Восстановление – процесс обнаружения и устранения отказа (повреждения) изделия с целью восстановления его работоспособности (устранения неисправности). Основным способом восстановления работоспособности является его ремонт.

Показатели *ремонтпригодности*:

- среднее время восстановления – T_v ;
- вероятность восстановления – $P_v(t)$;
- коэффициент ремонтосложности – R .

Время восстановления – основной показатель ремонтпригодности, характеризующий календарную продолжительность операций по восстановлению работоспособного состояния изделия или профилактических операций по техническому обслуживанию.

Среднее время восстановления:
$$T_{\epsilon} = \frac{\sum T_{\epsilon k}}{m},$$

где $T_{\epsilon k}$ – время восстановления k -го объекта, равное сумме времени затраченного на отыскание отказа t_o , и времени t_y на его устранение; m – число отказов изделия за данный срок испытаний или эксплуатации.

4. Сохраняемость – свойство изделия сохранять работоспособность при хранении и транспортировании или в перерывах между использованием по назначению.

Показатели сохраняемости:

- **средний срок сохраняемости - T_c ;**
- **гамма-процентный срок сохраняемости - T_{cy} ;**
- **назначенный срок хранения - $T_{c.n.}$;**
- **установленный срок сохраняемости - $T_{c.y.}$**

Средний срок сохраняемости технического изделия:
$$T_c = \frac{\sum T_{ci}}{N},$$

где T_c – срок сохраняемости i -го изделия.

Сроком сохраняемости называется календарная продолжительность хранения и (или) транспортирования изделия в заданных условиях, в течение и после которой значения показателей качества остаются в установленных пределах.

Кроме рассмотренных показателей с надежностью изделия связаны следующие понятия: исправность, неисправность.

Исправность – состояние изделия, при котором оно в данный момент времени соответствует всем требованиям, установленным в отношении его параметров качества.

Неисправность – состояние изделия, при котором оно в данный момент времени не соответствует хотя бы одному из требований, характеризующих нормальное выполнение заданных функций.

Итак, **безотказность** как одна из важнейших составляющих надежности, характеризуется закономерностями возникновения отказов, а **ремонтпригодность** – закономерностями их предупреждения и устранения. **Долговечность** определяется интенсивностью и продолжительностью действия этих закономерностей, их постоянными изменениями в допустимых пределах на протяжении всего срока службы.

КОМПЛЕКСНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ

Для характеристики надежности применяются **комплексные показатели**, которые вычисляются по данным единичных показателей.

Коэффициент готовности K_2 – характеризует вероятность того, что изделие окажется работоспособным в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение изделия не предусматривается:

$$K_2 = \frac{T_o}{T_o + T_{\epsilon}},$$

где T_o – средняя наработка изделия на отказ, т.е. показатель безотказности; определяется как отношение суммарного времени работы изделия за период наблюдения t_c к суммарному количеству отказов изделия m за этот период, т.е. $T_o = t_c/m$.

T_{ϵ} – среднее время восстановления или время вынужденных простоев изделия из-за отказов – показатель ремонтпригодности; определяется суммой средних величин времени, затрачиваемого на отыскание отказа t_o и необходимого для устранения отказа t_y , т.е.

$$T_{\epsilon} = t_o + t_y.$$

Коэффициент технического использования $K_{m.u.}$ – отношение математического ожидания наработки изделия за некоторый период эксплуатации к сумме математических ожиданий наработки, продолжительности технических обслуживаний, плановых ремонтов и неплановых восстановлений за тот же период эксплуатации:

$$K_{m.u.} = \frac{T_o}{T_o + t_{m.o.} + t_p + t_e}$$

где T_o – средняя наработка на отказ;

$t_{m.o.}$ – продолжительность технических обслуживаний;

t_p – продолжительность плановых ремонтов;

t_e – продолжительность неплановых восстановлений.

Коэффициент оперативной готовности – $K_{o.g.}$ – вероятность того, что изделие окажется работоспособным в произвольный момент времени и, начиная с этого момента, будет работать безотказно в течение заданного интервала времени.

$$K_{o.g.} = K_r P(t_0 t_1)$$

где $P(t_0 t_1)$ – вероятность безотказной работы изделия в интервале $(t_0 \div t_1)$;

t_0 – момент времени, с которого возникает необходимость применения изделия по назначению;

t_1 – момент времени, когда применение изделия по назначению прекращается.

3. ПОКАЗАТЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ

Показатели технологичности характеризуют свойства продукции, обуславливающие оптимальное распределение затрат материалов, труда, финансовых средств и времени при технологической подготовке производства, изготовлении и эксплуатации изделия.

Обобщенными показателями технологичности изделий служат трудоемкость, материалоемкость, энергоемкость и себестоимость.

Единичными показателями технологичности могут быть различные характеристики процесса производственного изготовления изделия.

Различают и оценивают технологичность создания и технологичность эксплуатации.

Производственная технологичность – степень соответствия конструкции изделия оптимальным производственно-технологическим условиям его изготовления при заданном объеме выпуска. Технологичной считается такая конструкция изделия, которая удовлетворяет эксплуатационным требованиям и создание которой при необходимом объеме производства происходит с наименьшими затратами и в кратчайшие сроки.

Эксплуатационная технологичность изделия проявляется в сокращении затрат труда и средств на выполнение работ при использовании изделия по его функциональному назначению, а также на его техническое обслуживание и ремонт.

Рассмотрим основные показатели технологичности.

1. Показатели трудоемкости. Трудоемкость – количество труда в человеко-часах, затрачиваемое на технологический процесс изготовления продукции или выполнения работ.

- *Штучная трудоемкость*, характеризуется штучным временем:

$$t_{um} = t_o + t_e + t_{m.o.}$$

где t_o – основное (технологическое) время; t_e – вспомогательное время; $t_{m.o.}$ – время технологического обслуживания.

Здесь $t_o = \frac{F}{N}$, где F – заданное время работы, N – число изготовленной продукции в шт.

- *Суммарная трудоемкость* (=сумме трудоемкости по отдельным операциям) - $T = \sum t_i$;

- Удельная трудоемкость - $T_{уд} = \frac{T}{B}$;

где T – трудоемкость изготовления единицы продукции, нормо-час, B – основной параметр продукции (т.е. один из показателей назначения);

- Относительная трудоемкость - $T_{отн} = \frac{t_i}{T}$.

2. Показатели материалоемкости изделия – характеризуют количество материала, затраченного на его изготовление.

- Суммарная (общая) материалоемкость - $M = \sum m_i$;
- Удельная материалоемкость - $M_{уд} = \frac{M}{B}$;

где M – масса единицы продукции, кг.

- Относительная материалоемкость - $M_{отн} = \frac{m_i}{M}$.

3. Показатели себестоимости

- Суммарная себестоимость определяется как полная себестоимость (по РД);
- Удельная себестоимость определяется делением суммарной (общей) себестоимостью на величину главного параметра этого изделия, руб /ед. гл. параметра:

$$C_{уд} = \frac{C}{B}$$

- Удельные затраты – $З_{уд.об.} = \frac{З_{об.}}{B}$,

$З_{об.}$ – суммарные затраты на профилактическое обслуживание изделия.

- Относительная себестоимость – $C_{отн} = \frac{C_i}{C}$.

К основным показателям технологичности промышленной продукции относят:

- коэффициент сборности (блочности) изделия – выражает простоту монтажа изделия; он представляет собой долю конструктивных элементов, входящих в специфицируемые блоки, в общем числе элементов, входящих непосредственно в состав изделия.

- коэффициент использования рациональных материалов – определяется в тех случаях, когда в конструкции изделия с технической и экономической точек зрения целесообразно максимально использовать отдельные виды материалов.

Кроме рассмотренных показателей в качестве дополнительных могут быть использованы и другие показатели.

4. ПОКАЗАТЕЛИ ЭКОНОМИЧНОСТИ

Показатели экономичности (экономного использования ресурсов) – это показатели, характеризующие расход материальных ресурсов при изготовлении и эксплуатации изделия: масса изделия, расход топлива на единицу полезного действия, число операторов, обслуживающих агрегат.

Показатели экономного использования (расходования) ресурсов характеризуют те свойства изделия, которые отражают его техническое совершенство, но только по количеству потребляемых в процессе работы всевозможных ресурсов.

Показатели экономного использования делятся на 2 подгруппы:

- **показатели экономичности энергопотребления** – КПД, удельный расход энергии и т.п.;
- **показатели экономичности потребления изделием материальных и трудовых ресурсов** – удельный расход сырья, удельный расход материалов и т.п.

1. КПД – коэффициент полезного действия характеризует совершенство машинной техники в части экономного расходования энергии при выполнении полезной работы - A_n

$\eta = \frac{A_n}{A_{ог}}$ - отношение работы сил полезного сопротивления к работе движущих сил.

2. Удельная энергоёмкость работы или удельное энергопотребление изделия

Например
$$\mathcal{E}_y = \frac{W\theta K_{u.d.} K_e}{P_э},$$

где W – номинальная мощность двигателя; θ – расход энергии (удельной) на единицу мощности двигателя; $K_{u.d.}$ – коэффициент использования двигателей; K_e – коэффициент пересчета единиц времени; $P_э$ – эксплуатационная производительность изделия или другой полезный эффект (пробег – для автомобиля, объем выполненной работы – для строительных и дорожных машин).

3. Показатели экономичности потребления изделием материальных и трудовых ресурсов:

- **Удельная трудоемкость:**
$$T_{o.y.} \frac{T + T_{m.o.}}{P_э},$$

где T – годовая трудоемкость эксплуатационного обслуживания; $T_{m.o.}$ – годовая трудоемкость оперативного технического обслуживания; $P_э$ – годовая эксплуатационная производительность изделия.

5. ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Эргономические показатели – показатели, характеризующие качество изделия с точки зрения приспособленности ее к эксплуатации человеком.

Они делятся на следующие группы:

- **гигиенические** – показатели, используемые при определении соответствия изделия гигиеническим условиям работы человека с изделием. Это: освещенность, температура, влажность, излучение, вибрация, шум и т.п.;
- **антропометрические** – показатели, используемые при определении соответствия изделия размерам и форме и весу человека, работающего с этим изделием. Это: угол наклона спинки сидения, расстояния до рычагов управления и т.п.;
- **физиологические** – показатели, характеризующие соответствие изделия силовым, скоростным и другим возможностям человека;
- **психологические** – показатели, характеризующие соответствие изделия возможностям восприятия и переработки информации.

Перечень и метод выбора эргономических показателей регламентированы ГОСТ20.39.108-85.

Оценку эргономических показателей осуществляют путем сопоставления определяемых значений с заданными или базовыми значениями. За базовые значения принимают эргономические требования, приводимые в специальных ГОСТ, РД, НТД и др. документах.

6. ЭСТЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

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

1. Показатели информационной выразительности изделия характеризуют степень отражения в форме изделия сложившихся в обществе эстетических представлений и культурных норм:

- показатель знаковости,
- оригинальность формы,
- стилевое соответствие,
- соответствие моде;

2. **Показатели рациональности формы** характеризуют соответствие формы его назначению, конструктивному решению, особенностям технологии изготовления и применяемым материалам, а также учтенность в форме изделия способов и особенностей действий человека с изделием:

- показатель функционально-конструктивной обусловленности;
- показатель эргономической обусловленности;

3. **Показатели целостность композиции** характеризуют гармоничность единства частей и целого изделия, ограниченность взаимосвязи элементов формы изделия и его согласованность с другими изделиями:

- показатель органичной объемно-пространственной структуры;
- показатель пластичности;
- показатель упорядоченности графических изобразительных элементов и др.;

4. **Показатели совершенства изготовления элементов формы и поверхностей:**

- показатель чистоты контуров сопряжений;
- тщательность покрытий и отделки;
- четкость исполнения знаков и сопроводительной документации.

5. **Показатели стабильности товарного вида:**

- 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 основании полученных значений вычисляют обобщенный показатель эстетичности по формуле:

$$\lambda = \sum m_i K_i ,$$

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

7. ПАТЕНТНО-ПРАВОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Патентно-правовые показатели - это в первую очередь показатели патентной защиты и патентной чистоты, которые характеризуют патентную чистоту продукции (технических решений, использованных в изделии), ее конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынке.

Группу патентно-правовых показателей подразделяют на две подгруппы:

Показатель патентной защиты определяет степень защиты изделия авторскими свидетельствами в РФ и патентами в странах предполагаемого экспорта или продажи лицензий на отечественные изобретения.

Показатель патентной чистоты определяет степень воплощения в изделие, которое предназначено для реализации только внутри страны, технических решений, не подпадающих под действие, выданных в РФ патентов исключительного права, а для изделия, предназначенного для реализации и за рубежом, технических решений, не подпадающих также под действие патентов, выданных в странах предполагаемого экспорта. Данный показатель позволяет судить о возможности реализации изделия без препятствий в РФ и за рубежом.

При определении патентно-правовых показателей учитывают лишь такие составные части изделия, которые достаточно весомо влияют на уровень его технического совершенства и качества.

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

- **Показатель патентной защиты изделия внутри страны:** $P'_{n.з.} = \frac{\sum m_i N_i}{N}$,

где m_i – коэффициент весомости составных частей изделия, защищенных патентами или авторскими свидетельствами страны; N_i – количество составных частей изделия, защищенных патентами или/и авторскими свидетельствами страны; N – общее количество составных частей изделия.

- **Показатель патентной защиты отечественного изделия патентами за рубежом:**

$$P''_{n.з.} = \frac{\delta(\sum m'_i N'_i)}{N},$$

где m'_i – коэффициент весомости составных частей изделия, защищенных зарубежными патентами; N'_i – количество составных частей изделия, защищенных патентами за рубежом; δ – коэффициент, зависящий от количества стран, в которых получены патенты для экспорта изделия.

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

$$P_{n.ч.} = \frac{N - \sum m_i N_i}{N},$$

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

Показатель патентной чистоты для патентно-чистого изделия в отношении страны экспорта равняется 1. Изделие, не обладающее патентной чистотой внутри страны, и в отношении зарубежных стран не может быть признано изделием высокого технического уровня.

8. ПОКАЗАТЕЛИ ТРАНСПОРТАБЕЛЬНОСТИ

Показатели транспортабельности характеризуют приспособленность изделий к перемещению в пространстве с помощью различных видов транспорта (автомобильного, ж/д, водного, воздушного и др.).

Основные показатели транспортабельности определяют затраты на выполнение операций транспортирования, а также подготовительные и другие операции, связанные с транспортированием продукции. Наиболее полно транспортабельность определяется стоимостными показателями, которые учитывают затраты основных видов ресурсов (материальных, денежных, трудовых, временных), а также квалификацию и число людей, выполняющих работы по транспортированию.

В группу показателей транспортабельности входят характеристики подготовительных и заключительных операций, связанных с транспортированием изделия к месту его назначения:

- допустимая температура при транспортировании;
- допустимая влажность при транспортировании;
- допустимое давление при транспортировании;
- допустимое время транспортирования;
- допустимый уровень вибрации при транспортировании.

К **подготовительным операциям** относятся упаковка, погрузка изделия на транспортное средство, крепление и т.п. **Заключительные операции** – снятие креплений, разгрузка, распаковка, сборка, установка на рабочее место и т.п.

Основными показателями транспортабельности (кроме перечисленных выше) являются:

1. K_δ – коэффициент, характеризующий долю транспортируемых изделий, которые сохраняют в заданных (допустимых) пределах свои первоначальные свойства

$$K_\delta = \frac{Q_\delta}{Q_n} 100\%,$$

где Q_e – масса или количество в шт. изделий, выгруженных из транспортного средства и сохранивших значения показателей качества в допустимых пределах; Q_n – масса или количество в шт. изделий, погруженных в транспортное средство для транспортирования.

2. K_v – коэффициент максимально возможного использования емкости (или грузоподъемности) транспортного средства или тары

$$K_v = \frac{N_e V}{u(1-Y)},$$

где N_e – максимально возможное использование емкости транспортного средства или тары, выраженное в единицах продукции; V – объем единицы продукции; u – емкость транспортного средства или тары; Y – коэффициент нормативных потерь емкости транспортного средства.

Значения V и u должны быть выражены в одинаковых единицах измерения объема.

Экономическими показателями транспортабельности являются показатели, которые характеризуют затраты, обусловленные выполнением подготовки к транспортированию, самого транспортирования, а также заключительных работ после транспортирования.

Стоимостные показатели учитывают материальные и трудовые затраты, квалификацию и количество людей, участвующих во всех процессах, связанных с транспортированием изделия.

9. ПОКАЗАТЕЛИ СТАНДАРТИЗАЦИИ И УНИФИКАЦИИ

Показатели стандартизации и унификации характеризуют насыщенность изделия стандартными, унифицированными и оригинальными составными частями (детали, узлы, агрегаты, комплекты и комплексы).

Эти показатели позволяют определить степень конструктивного единообразия изделия. Они свидетельствуют о возможности применения минимально необходимого количества типоразмеров составных частей изделия в целях повышения качества продукции и эффективности производства.

Для применения типовых методов расчета показателей качества данной группы составные части изделий принято подразделять на стандартные, унифицированные и оригинальные.

К **стандартизированным** относятся составные части изделия, выпускаемые по международным, государственным и отраслевым стандартам.

К **унифицированным** относятся составные части изделия, которые используются, по крайней мере, в двух различных изделиях, выпускаемых одним предприятием;

К **оригинальным** относятся составные части изделия, разработанные только для данного изделия.

К показателям стандартизации и унификации относятся коэффициенты применяемости, повторяемости, взаимной унификации для групп и группы изделий.

Основными показателями стандартизации и унификации являются:

- **Коэффициент применяемости по типоразмерам** составных частей:

$$K_{np} = \frac{Q_T - Q_{T.op}}{Q_T} 100\%,$$

где Q_T – общее количество типоразмеров составных частей в изделии; $Q_{T.op}$ – количество оригинальных типоразмеров составных частей в изделии.

- **Коэффициент применяемости по составным частям** (в штуках):

$$K_{np.um} = \frac{Q_{um} - Q_{um.op}}{Q_{um}} 100\%,$$

где $Q_{шт}$ – общее количество составных частей в изделии; $Q_{шт.op}$ – количество оригинальных составных частей в изделии.

- **Коэффициент повторяемости:** $K_{II} = \frac{Q_{um}}{Q_T} 100\%.$

- **Стоимостной коэффициент применяемости:**

$$K_c = \frac{C_{об} - C_o}{C_{об}} 100\% ,$$

где $C_{об}$ – общая стоимость изделия; C_o – стоимость составных частей изделия, входящих в оригинальные типоразмеры.

10. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Экологические показатели характеризуют уровень вредных воздействий на окружающую среду в процессе производства и эксплуатации изделия. Эти воздействия проявляются в виде загрязнения воды и земли.

Одним из основных источников вредного или опасного влияния на окружающую человека среду считаются работающие изделия машиностроительного производства, т.е. в процессе эксплуатации технического изделия.

С целью выявления возможных вредных воздействий (химических, механических, звуковых, радиационных) на окружающую природную среду и для включения в НПКП экологических показателей при оценке качества технического изделия проводится анализ его работы.

К числу таких показателей можно отнести:

- вероятность вредных выбросов в окружающую среду (атмосферу) – воздух, воду, землю);
- содержание (концентрация) вредных примесей, выбрасываемых в окружающую среду;
- уровень радиационного излучения при изготовлении, хранении, транспортировке и потреблении (эксплуатации) продукции и др.

С другой стороны, экологические показатели техники можно разделить на три основные группы:

- *показатели, связанные с использованием материальных ресурсов природы* - ресурсоемкость изготовления техники, показатели потребления невозполнимых материальных ресурсов при эксплуатации и при ремонтах;
- *показатели, связанные с использованием природных энергетических ресурсов* - показатели расходования природных энергетических носителей на стадиях ЖЦИ;
- *показатели, связанные с загрязнением окружающей среды* – параметры различных видов загрязнения окружающей среды и ущерба от этих загрязнений на различных стадиях ЖЦИ.

Нормы на экологические показатели определяются стандартами, рекомендациями и правилами, ИСО и Других международных организаций, занимающихся вопросами охраны окружающей среды; международными техническими регламентами и нормативами:

ОНД-86 – общесоюзный нормативный документ – выбросы в атмосферу;

ПДП - предельно допустимые потоки радиац., электромагнитного, рентгеновского и др. излучений – см ГОСТы и санитарно-гигиенические нормативные документы.

По мере ухудшения состояния окружающей среды в промышленных центрах и крупных мегаполисах экологические показатели приобретают все большее значение в общей системе показателей качества продукции. Поэтому при оценке ТУП с учетом экологических показателей учитывают требования и нормы международных стандартов (группа стандартов Т 58).

11. ПОКАЗАТЕЛИ БЕЗОПАСНОСТИ

Показатели безопасности характеризуют безопасность обслуживающего персонала и сопрягаемых объектов при обращении и эксплуатации изделия.

К показателям безопасности следует отнести вероятность безопасной работы человека в конкретных условиях в течение определенного времени; время срабатывания блокировочных и защитных устройств; электропрочность высоковольтных линий передач и т. д.

К показателям безопасности работы человека при санкционированных режимах эксплуатации, потребления, монтажа, обслуживания, транспортирования и хранения продукции могут быть отнесены также гигиенические показатели, входящие в группу эргономических показателей качества.

Применительно к машинам и оборудованию **безопасность** – это их свойство удовлетворять требованиям безопасности при выполнении заданных функций в условиях, установленных нормативно-технической документацией.

К числу показателей безопасности могут относиться:

- **вероятность безопасной работы человека** в течение определенного времени;
- **коэффициент безопасности** – который определяется отношением количества показателей безопасности N_b , соответствующих нормативно-технической документации по безопасности труда с оцениваемым изделием, к общему количеству номенклатуры показателей безопасности N_o , относящихся к данному изделию:

$$K_b = \frac{N_b}{N_o},$$

если $K_b < 1$, то необходимо осуществить управленческие и технические мероприятия по приведению изделия в нормативно безопасное состояние;

- вероятность возникновения аварийной ситуации;
- время срабатывания защитных устройств;
- электрическая прочность изоляции токоведущих частей продукции;
- количество степеней защиты от подделки и др.

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

Нормы на показатели безопасности определяются государственными стандартами по безопасности труда; нормами и правилами по технике безопасности, пожарной безопасности, радиационной безопасности, производственной санитарии и т. д.; нормативами и документами СЭВ, ИСО, публикациями МЭК и других международных организаций по стандартизации, международными регламентами.

Для оценки безопасности технического изделия определяют показатели, которые непосредственно характеризуют условия труда с оцениваемым изделием, т.е. устанавливают численные значения параметров загазованности, запыленности, шума, вибрации, освещенности; показатели частоты и тяжести травматизма и др. показатели.

ОЦЕНКА безопасности

1. При оценке безопасности первоначально определяют $X_{ст}$ - **степень вредности (опасности) неблагоприятного фактора и /или тяжести работ с техническим изделием.**

Степень вредности оценивают в баллах в соответствии с нормами «Гигиенической классификации труда» министерства здравоохранения от 12.08.86 №4137-86.

2. Уровень безопасности изделия по коэффициенту безопасности количественно оценивается:

$$Y_b = \frac{K_{б.оц}}{K_{б.баз}}.$$

3. Более точная оценка уровня безопасности изделия м.б. осуществлена комплексным методом с учетом всех единичных показателей безопасности и их значимости.