

7. *ISO 4998:2014*. Сталь углеродистая тонколистовая конструкционная с горячим цинковым покрытием и покрытием из железцинкового сплава, нанесенным непрерывным методом: пер с англ. Введен 2014–06–01. Москва: ФГУП «Стандартинформ», 2014. 16 с.

8. *EN 10346:2015*. Прокат плоский стальной для холодной штамповки с непрерывным покрытием, нанесенным методом погружения в расплав. Технические условия поставки: пер с англ. Введен 2015–10–01. Москва: ФГУП «Стандартинформ», 2015. 40 с.

УДК 621:658.562.47

**Б. Н. Гузанов, В. В. Бухаленков**

**B. N. Guzanov, V. V. Bukhalenkov**

*ФГАОУ ВО «Российский государственный  
профессионально-педагогический университет», Екатеринбург*

*Russian State Vocational Pedagogical University, Ekaterinburg*

*guzanov\_bn@mail.ru, vbukhalenkov@mail.ru*

## **ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ УРОВНЯ КАЧЕСТВА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ**

### **BASIC PRINCIPLES AND METHODS OF ASSESSMENT LEVEL OF QUALITY OF ENGINEERING PRODUCTS**

***Аннотация.** В статье с учетом специфики машиностроительного производства рассмотрены основные факторы, определяющие номенклатуру показателей качества, характеризующие потребительские свойства выпускаемой продукции и представлен алгоритм действий для оценки уровня качества на основе современных валидных методик. На конкретном примере проведено сравнение показателей качества по шкале отношений (профиль качества) и установлен уровень качества выплавленной стали 20 по сравнению с требованиями стандарта.*

***Abstract.** In the article taking into account the specifics of production engineering of the main factors that determine the nomenclature of quality indicators, characterizing consumer properties of products and presented the algorithm of actions to assess the level of quality on the basis of current valid methods. The comparison of quality indicators on the scale of relations (quality profile) is carried out on a concrete example and the level of quality of the produced steel 20 is set in comparison with the requirements of the standard.*

***Ключевые слова:** качество; продукция; машиностроение; оценка; показатели качества; номенклатура; методика; потребительские свойства.*

***Keywords:** quality; production; mechanical engineering; assessment; quality indicators; nomenclature; methods; consumer properties.*

В современной экономике в условиях глобализации и углубления международного разделения труда проблема повышения качества машиностроительной продукции приобрела особое значение. Это обусловлено тем, что подобная продукция, в первую очередь, характеризуется своей комплексной

составляющей, так как любое, даже довольно простое изделие, содержит в себе весьма большое число комплектующих деталей, которые чаще всего производят на различных смежных предприятиях. В связи с этим машиностроительный комплекс при производстве собственной продукции использует изделия либо сырьё предприятий различных отраслей и в конечном итоге выпускает собственный авторский продукт, потребительские свойства которого наследуют в себе качественные характеристики комплектующих, полученных по кооперации [1].

С учётом специфики машиностроительного производства качество продукции в этом случае является многоаспектным понятием и в зависимости от назначения и предъявляемых к изделиям требований, как правило, не может быть охарактеризовано одним обобщающим показателем. На практике чаще всего используется система показателей, на формирование и применение которой могут оказать влияние разнообразные факторы: многоплановость (сложность) свойств, образующих качество изделия; уровень новизны и сложности его конструкции; своеобразие условий использования и восстановления свойств эксплуатируемых изделий и т. п. [2].

В результате в широком смысле в содержание понятия о качестве машиностроительной продукции входят не только функциональные потребительские свойства (мощность машин, их быстродействие, производительность, материало- и энергоёмкость, степень автоматизации и т. д.), но и различные технологические свойства, а также характеристики таких эксплуатационных свойств, как надёжность, долговечность, безотказность, ремонтпригодность и др. Немалое значение имеют конструкторско-экономические особенности машин и механизмов, экологичность, безотказность эксплуатации, поэтому проблема качества машиностроительной продукции не является только экономико-технической, но имеет также выраженный социальный аспект [3].

Все эти факторы совместно предопределяют номенклатуру показателей качества, особенности их выбора и применения для конкретных условий разработки, изготовления и использования изделия по назначению. В связи с тем, что качество включает в себя совокупность свойств, обуславливающих способность продукции удовлетворять возникающую в обществе потребность, необходимо для обеспечения качества иметь определённую комплексную систему взаимосвязанных мероприятий организационного, технического, экономического, социального и правового характера, направленных на достижение поставленной цели повышения качества выпускаемой продукции [4].

Продукция машиностроения используется в основном как технологическое оборудование для различных отраслей народного хозяйства, позволяющее реализовывать новейшие технологии в производстве товаров и услуг

и определяет научно-технический уровень страны. Можно сказать, что уровень качества машиностроительной продукции объединяет в себе все показатели свойств продукции, а оценка достигнутого уровня качества является основой для выработки необходимых управленческих решений в системе управления качеством на предприятии.

Под *уровнем качества* изделия понимаются относительные характеристики качества (или его обобщенная характеристика) по сравнению с совокупностью базовых показателей, в качестве которых используются показатели перспективных образцов, аналогов и стандартов. Под *аналогом* подразумевается образец серийного производства устройства, принцип действия которого, а также его функциональное назначение, масштабы производства и условия применения те же, что и у проектируемого изделия.

Для определения научно-технического уровня выпускаемой продукции, ее соответствия требованиям потребителей, для решения производственных, экономических и социальных задач, а также для самого управления качеством необходимо осуществлять оценку уровня качества продукции. Последняя может проводиться различными методами в зависимости от ее сложности, назначения, количества показателей, характеризующих ее качество.

Оценка уровня качества продукции представляет собой совокупность операций, включающая в себя выбор номенклатуры показателей качества оцениваемой продукции, определение значений этих показателей и сопоставление их с базовыми. В общем виде оценка уровня качества может быть представлена следующими этапами, отраженными на рисунке 1 [5].

Содержание этапов и объем работ на каждом из них существенным образом зависят от цели оценки качества продукции. Цель оценки обуславливают показатели качества, которые следует выбирать для рассмотрения (методы и точность определения их значения, выбор средств, а также определение вида обработки и формы представления результатов оценки). В соответствии с назначением промышленная продукция подразделяется на классы.

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

- 1-я – сырье и топливно-природные ископаемые;
- 2-я – материалы и продукты;
- 3-я – расходные изделия.

*Второй класс* (продукция, расходующая свой ресурс) составляют две группы:

- 1-я – неремонтируемые изделия;
- 2-я – ремонтируемые изделия.



Рисунок 1 – Этапы оценки уровня качества продукции

Указанная классификация применяется для выбора номенклатуры единичных показателей выделенной группы продукции и определения области применения данной продукции, обоснования выбора конкретного изделия или нескольких изделий в качестве базовых образцов, а также для создания системы государственных стандартов на номенклатуру показателей качества 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 1 [6].

Необходимо отметить, что качество продукции определяется сравнением значений показателей качества одного и другого вида продукции. На основании сравнения можно сделать заключение о том, качество какой продукции будет выше (рисунок 2).

Таблица 1

**Применяемость основных показателей качества  
по классам и группам продукции**

Показатель качества	1-й класс			2-й класс	
	1-я группа	2-я группа	3-я группа	1-я группа	2-я группа
Экономичность	+	+	+	+	+
Надёжность:					
безотказность	-	-	-	+	+
долговечность	-	-	-	+	+
ремонтпригодность	-	+	+	-	+
сохраняемость	+	+	+	+	+
Эргономичность	-	+	+	+	+
Эстетичность	-	+	+	+	+
Технологичность	+	+	+	+	+
Транспортабельность	+	+	+	+	+
Стандартизация и унификация	-	-	+	+	+
Патентно-правовой	-	+	+	+	+
Экологический	+	+	+	+	+
Безопасность	+	+	+	+	+

Примечание: «+» – означает применяемость показателей; «-» – неприменяемость; вместо показателей ремонтпригодности для 2-й и 3-й групп продукции применяются показатели восстанавливаемости; по согласованию с заказчиком (потребителем) могут быть допущены отклонения от рекомендаций таблицы.



**Рисунок 2 – Классификация методов определения значений  
показателей качества продукции**

Из рисунка видно, что методы определения значений показателей качества продукции подразделяются на две группы: по способам получения информации и по источникам ее получения. Первую группу составляют следующие методы определения значений показателей качества продукции.

*Измерительный.* Этот метод основан на информации, получаемой с обязательным использованием технических, предусмотренных конструкцией изделия, или дополнительных измерительных средств (амперметры, вольтметры, тахометры, спидометры и т. п.).

*Регистрационный.* Здесь используется информация, получаемая путем подсчета (регистрации) числа определенных событий, предметов и затрат (например, регистрация количества отказов изделия при испытаниях; затрат на создание и эксплуатацию изделия; количества частей сложного изделия, защищенных авторскими свидетельствами и патентами). С помощью этого метода можно определить показатели технологичности, экономичности, патентно-правовые, а также показатели стандартизации и унификации.

*Органолептический.* При применении данного метода используется информация, получаемая в результате анализа восприятия органов чувств (зрения, слуха, обоняния, осязания и вкуса). Точность и достоверность результатов зависит от способностей, квалификации и навыков лиц, выполняющих эту работу, а также от возможности использования специальных технических средств, повышающих разрешающие способности организма человека (микроскопов, микрофонов, луп). Этот метод наиболее широко применяется при оценке качества предметов потребления, в том числе продуктов питания (напитков, кондитерских, табачных и парфюмерных изделий), а также их эргономичности, экологичности, эстетичности.

*Расчетный.* Этот метод основан на использовании теоретических или эмпирических зависимостей показателей качества продукции от ее параметров. Его применяют в основном при проектировании продукции, когда она еще не может быть объектом экспериментального исследования (отсутствует опытный образец) и служит для определения производительности, мощности, прочности и т. д.

Рассмотренные методы могут применяться совместно на различных стадиях жизненного цикла продукции. Так, измерительный и регистрационный методы используются на стадиях разработки, производства и эксплуатации продукции производственно-технического назначения и бытовой техники, органолептический и измерительный – на стадиях разработки и производства предметов потребления.

Во вторую группу методов определения значений показателей качества продукции входят традиционный, экспертный и социологический.

*Традиционный.* Здесь показатели качества определяются должностными лицами (работниками) специализированных экспериментальных лабораторий, полигонов, стендов и расчетных подразделений предприятий (конструкторских отделов, вычислительных центров, служб качества). Информация

о показателях формируется в процессе испытаний продукции, условия проведения которых должны быть приближены к нормальным или форсированным эксплуатационным (например, в условиях полигонов автомобильных и тракторных предприятий, испытательных площадок и стендов энергетических турбин авиационных двигателей, телефонных аппаратов и т. д.).

*Экспертный.* Данный метод основывается на определении значений показателей качества на основе решения, принимаемого группой специалистов-экспертов. В такие группы объединяются специалисты различных направлений знаний и практических навыков в зависимости от вида оцениваемой продукции. Каждый из членов группы обладает правом решающего голоса. Этим методом пользуются в тех случаях, когда значения показателей качества продукции не могут быть определены более объективными методами.

*Социологический.* Метод 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.

На заключительном этапе оценки качества продукции проводятся операции по определению уровня качества продукции. Как уже отмечалось, уровень качества продукции – это относительная характеристика ее качества, основанная на сравнении значений показателей качества оцениваемой продукции с базовыми значениями соответствующих показателей. Базовым значением показателя является оптимальный уровень, реально достижимый на некоторый период времени. За базовые могут приниматься значения показателей качества лучших отечественных и зарубежных образцов, по которым имеются достоверные данные о качестве, а также значения, достигнутые в некотором предыдущем периоде времени или найденные экспериментальным и теоретическим методами.

Для определения уровня качества существуют дифференциальный и комплексный методы оценки качества продукции.

*Дифференциальный метод* оценки качества продукции осуществляется сравнением показателей качества оцениваемого вида продукции с соответствующими базовыми показателями, т. е. показатель качества оцениваемой продукции  $P_1$  сопоставляется с показателем качества базового образца  $P_{1\text{баз}}$ ,  $P_2$  – с  $P_{2\text{баз}}$ ,  $P_n$  – с  $P_{n\text{баз}}$  ( $n$  – число сравниваемых показателей качества).

Для каждого из показателей относительные показатели качества оцениваемой продукции рассчитываются по следующим формулам:

$$Q_1 = \frac{P_1}{P_{1\text{баз}}}, \quad (1)$$

$$Q_1 = \frac{P_{1\text{баз}}}{P_1}, \quad (2)$$

где  $P_i$  – числовое значение  $i$ -го показателя качества оцениваемой продукции;  
 $P_{i\text{баз}}$  – числовое значение  $i$ -го показателя качества базового образца.

Формула (1) используется, когда увеличению абсолютного значения показателя качества соответствует улучшение качества продукции. По этой формуле вычисляют относительный показатель качества для мощности, срока службы, производительности, точности, коэффициента полезного действия.

По формуле (2) относительный показатель качества рассчитывается тогда, когда увеличение абсолютного значения показателя соответствует ухудшению качества продукции. По этой формуле определяют относительный показатель для себестоимости расхода материала, топлива, энергии, содержания вредных примесей, массы, трудоемкости, параметра потока отказов и других, так как в этих случаях улучшение качества определяется уменьшением абсолютного значения единичного показателя.

Встречаются случаи, когда трудно оценить уровень качества. В таких ситуациях все показатели целесообразно делить по значимости на две группы. В первую группу следует включить показатели, определяющие наиболее существенные свойства продукции, а в другую – второстепенные. Если в первой группе все относительные показатели больше или равны единице, а во второй – большая часть показателей меньше единицы, то можно сказать, что уровень качества оцениваемой продукции не ниже базового образца. В противном случае оценку уровня качества необходимо проводить другим методом (например, комплексным).

*Комплексный метод* оценки уровня качества предусматривает использование комплексного (обобщенного) показателя качества. Этот метод применяется в случаях, когда оказывается целесообразным выразить уровень качества только одним числом. Уровень качества по комплексному методу определяется отношением обобщенного показателя качества оцениваемой продукции  $Q_{\text{оц}}$  к обобщенному показателю базового образца  $Q_{\text{баз}}$ , т. е.

$$Q_1 = \frac{Q_{\text{оц}}}{Q_{\text{баз}}}, \quad (3)$$

Сложность комплексной оценки заключается в объективном нахождении обобщенного показателя. Во всех случаях, когда имеется возможность выявления характера взаимосвязей между учитываемыми показателями и коэффициентами их связей с обобщающими показателями качества оцениваемой продукции, следует определить их функциональную зависимость. Вид зависимости может определяться любым из возможных методов, в том числе и экспертным. Обычно в этих случаях за обобщающий показатель принимается

один из главных показателей назначения продукции. Таковыми могут быть, например, производитель машин, удельная себестоимость, ресурс и т. д.

Дифференциальный и комплексный методы оценки уровня 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 комплексный и дифференциальный методы. Сущность и последовательность оценки комплексным методом заключается в следующем:

- единичные показатели качества объединяют в ряд групп, для которых определяют групповой комплексный показатель качества. Наиболее значимые единичные показатели можно не включать в группы, а рассматривать отдельно. Объединение показателей в группы должно производиться вне зависимости от цели оценки;
- найденные величины групповых комплексных и отдельно выделенных наиболее важных единичных показателей подвергают сравнению с соответствующими значениями базовых показателей, т. е. применяют принципы дифференциального метода.

С помощью измерений обычно (но не всегда) определяются единичные показатели качества. Патентно-правовые и экономические показатели, показатели однородности продукции, стандартизации и унификации получают расчетным путем. Таким же образом можно найти и комплексные показатели. 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 характер их динамики меняется. 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 (1, 2).

Рассмотрим в качестве примера соответствие плавки одной из марок углеродистой стали (сталь 20) требованиям стандарта. Данные для стали приведены в таблице 2.

Таблица 2

Сравнительные показатели качества выплавленной стали (сталь 20)  
по отношению к требованиям стандарта

Показатель качества	Числовое значение показателя качества		Результат сравнения по шкале отношений
	Оцениваемая сталь	ГОСТ	
Предел текучести, МПа	352,8	323,4	1,1
Временное сопротивление, МПа	597,8	548,8	1,1
Относительное удлинение, %	16,0	16,0	1,0
Содержание серы, %	0,04	0,04	1,0
Содержание фосфора, %	0,036	0,04	1,0
Отклонение допустимого содержания углерода, %	$\pm 0,01$	$\pm 0,01$	1,0
Отклонение допустимого содержания кремния, %	$\pm 0,02$	$\pm 0,03$	1,5
Отклонение допустимого содержания марганца, %	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	1,0

Результаты сравнения можно представить не только таблицей, но и графиком. На рисунке 3 приведен график сравнения показателей качества по шкале отношений. Результаты сравнения значений показателей качества по шкале отношений, приведенной в таблице 2 или на рисунке 3, свидетельствуют о том, что качество стали рассматриваемой марки (сталь 20) выше требований стандарта.

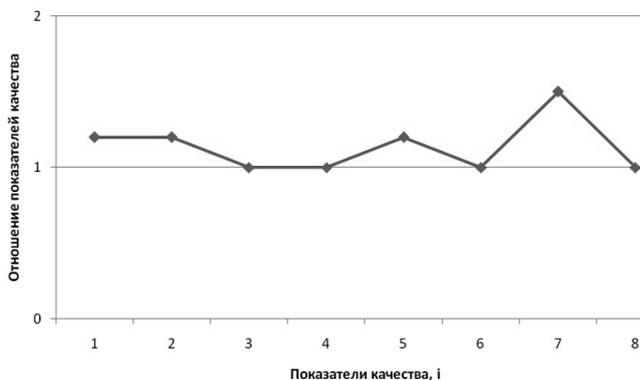


Рисунок 3 – Сравнение показателей качества по шкале отношений (профиль качества)

Относительная характеристика качества продукции, основанная на сравнении значений показателей качества оцениваемой (новой) продукции с базовыми значениями таких же показателей, определяет уровень качества продукции. Оценка технического уровня качества продукции заключается в установлении соответствия продукции мировому, региональному, национальному уровням качества или уровню отрасли. Соответствие оцениваемой продукции мировому уровню качества (или другим) устанавливается на основании сопоставления значений показателей технического совершенства продукции и базовых образцов.

Базовый образец – это образец продукции, представляющий передовые научно-технические достижения и выделяемый из группы аналогов оцениваемой продукции.

В результате оценки продукцию относят к одному из трех уровней:

- превосходит мировой уровень качества;
- соответствует мировому уровню качества;
- уступает мировому уровню качества.

Результаты оценки используют в процессе разработки новой или модернизированной продукции (при обосновании требований, закладываемых в техническое задание (ТЗ) и нормативную документацию (НД); принятии решения о постановке продукции на производство; обосновании целесообразности замены или снятия продукции с производства; при формировании предложений по экспорту и импорту). Следует отметить, что продукцию в любом случае относят к одной из трех градаций. При этом в случае, когда оцениваемая продукция превосходит хотя бы один (но не каждый базовый образец), она не уступает мировому уровню качества; если же она уступает хотя бы по одному (но не каждому базовому образцу), она не превосходит мировой уровень качества. В том и другом случае имеется неопределенность отнесения к одной из трех градаций.

Если в результате сопоставления оцениваемой продукции с каждым базовым образцом и (или) с совокупностью базовых образцов выявлена неопределенность отнесения продукции к градациям, то проводят следующие этапы сопоставления. По итогам проведения этих этапов оценки технического уровня продукции дают заключение о принадлежности продукции к одной из трех градаций. В случае, когда не существует аналогов оцениваемой продукции, она считается соответствующей мировому уровню качества, если данная продукция характеризуется принципиально новыми техническими решениями, которые защищены авторскими свидетельствами и (или) патентами. В заключение в зависимости от поставленных целей и полученных результатов подготавливают предложения для принятия решения по разработке, постановке на производство и совершенствовании продукции.

### Список литературы

1. Гузанов Б. Н. Структура содержания системы управления качеством машиностроительной продукции / Б. Н. Гузанов, В. В. Бухаленков // Молодой ученый. 2017. № 12.3(116.3). С. 7–10.
2. Федюкин В. К. Методы оценки и управления качеством промышленной продукции: учебник / В. К. Федюкин, В. Д. Дурнев, В. Г. Лебедев. Москва: Филин, 2000. 328 с.
3. Боровников Г. Н. Прогнозирование в управлении техническим уровнем и качеством продукции / Г. Н. Боровников, А. И. Клебанов. Москва: Изд-во стандартов, 1984. 232 с.
4. Мишин В. М. Управление качеством: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Менеджмент организации» / В. М. Мишин. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Юнити-Дана, 2005. 463 с.
5. Крылова Д. Г. Основы стандартизации, сертификации, метрологии: учебник для вузов / Д. Г. Крылова. Москва: Юнити-Дана, 2012. 672 с.
6. Ефимов В. В. Средства и методы управления качеством: учебное пособие для вузов / В. В. Ефимов. 3-е изд., стер. Москва: КноРус, 2012. 225 с.

УДК 006

**Н. К. Казанцева, В. С. Попов**

**N. K. Kazantseva, V. S. Popov**

*ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», Екатеринбург*

*Ural Federal University named after the first  
President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg*

**popov.174@mail.ru**

## СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ОБЛАСТИ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ STANDARDIZATION IN THE FIELD OF POWDER METALLURGY

*Аннотация. Стандартизация всегда способствует техническому развитию. Недостаточное число стандартов в любых сферах деятельности и замедленное обновление существующих затрудняет реагирование на инновации, ускорение их доступа на внутренние и глобальные рынки.*

*Abstract. Standardization always contributes to technical development. Insufficient standards in all areas of activity and slower updating of existing ones make it difficult to respond to innovations, to speed up their access to domestic and global markets.*

**Ключевые слова:** стандартизация; стандарт; порошковая металлургия.

**Keywords:** standardization; standard; powder metallurgy.

Все революционные достижения техники и технологий диктуют необходимость обеспечения качества по всей цепочке жизненного цикла продукции – от разработки до утилизации. Без обеспечения должного уровня качества комплектующих и изделия в целом невозможно обеспечить, например,