

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

# МЕТОДЫ ОЦЕНКИ УРОВНЯ КАЧЕСТВА ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**ГОСТ 22732—77**

**Издание официальное**

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

gost.e-ecolog.ru

УДК 658.562 : 006.354 Группа Т51

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

# МЕТОДЫ ОЦЕНКИ УРОВНЯ КАЧЕСТВА ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

## Основные положения

Methods of the Estimation of the Quality Level of the Industrial Production. Basic Aspects

**ГОСТ 22732—77**

**Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 11 октября 1977 г. № 2427 срок введения установлен**

**с 01.01. 1979 г.**

Настоящий стандарт устанавливает основные положения методов оценки уровня качества промышленной продукции.

На основе настоящего стандарта должны разрабатываться отраслевые нормативно-технические документы, устанавливающие методы оценки уровня качества продукции с учетом ее применения.

Стандарт предназначен для работников научно-исследовательских и проектно-конструкторских институтов и других организаций, занимающихся вопросами оценки уровня качества промышленной продукции.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. При оценке уровня качества промышленной продукции применяют дифференциальный, комплексный или смешанный метод.

1.2. Оценку уровня качества продукции проводят для следующих целей:

а) аттестации продукции;

б) выбора наилучшего варианта продукции;

в) планирования повышения уровня качества продукции;

г) анализа динамики уровня качества продукции;

д) контроля качества продукции;

е) обоснования мер стимулирования улучшения качества продукции.

1.3. К выбору метода оценки уровня качества промышленной продукции необходимо приступать после того, как установлены

**Издание официальное** **Перепечатка воспрещена**

*Переиздание. Август 1979 г.*

© Издательство стандартов, 1980

цель оценки, номенклатура показателей качества и базовый образец.

1.4. Перечень основных терминов, применяемых в стандарте, приведен в справочном приложении 1.

## 2. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ УРОВНЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

2.1. Дифференциальный метод применяют в случае, когда необходимо провести анализ сопоставления уровня качества оцениваемой продукции и базового образца по отдельным показателям.

При таком сопоставлении определяют, достигнут ли уровень базового образца в целом, по каким показателям он достигнут, какие показатели наиболее сильно отличаются от базовых.

2.2. Для оценки уровня качества продукции дифференциальным методом вычисляют значения относительных показателей качества продукции $q_i$ по формулам:

$$q_i = \frac{P_i}{P_{i\text{б}}}, \qquad (1)$$

$$q'_i = \frac{P_{i\text{б}}}{P_i}, \quad i=1,2,\ldots,n, \qquad (2)$$

где $P_i$ — значение $i$-го показателя качества оцениваемой продукции;

$P_{i\text{б}}$ — значение $i$-го базового показателя;

$n$ — количество показателей качества продукции.

Из формул (1), (2) выбирают ту, при которой увеличению относительного показателя отвечает улучшение качества продукции. Например, значения относительных показателей для производительности, мощности, энерговооруженности продукции и т. п. вычисляют по формуле (1), а для показателей материалоемкости продукции, трудоемкости изготовления, содержания вредных примесей и т. п. — по формуле (2).

При наличии предельных значений показателей качества продукции относительные показатели качества продукции $q_i$ вычисляют по формуле

$$q_i = \frac{P_i - P_{i\text{пр}}}{P_{i\text{б}} - P_{i\text{пр}}}, \qquad (3)$$

где $P_{i\text{пр}}$ — предельное значение $i$-го показателя качества продукции.

2.3. В результате оценки уровня качества продукции дифференциальным методом принимают следующие решения:

уровень качества оцениваемой продукции выше или равен уровню базового образца, если все значения относительных показателей больше или равны единице;

уровень качества оцениваемой продукции ниже уровня базового образца, если все значения относительных показателей меньше единицы.

В случаях, когда часть значений относительных показателей больше или равна единице, а часть — меньше единицы, следует применять комплексный или смешанный метод оценки уровня качества продукции.

2.4. Уровень качества оцениваемой продукции, для которой существенно важно значение каждого показателя, считается ниже базового, если хотя бы один из относительных показателей меньше единицы.

## 3. КОМПЛЕКСНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ УРОВНЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

3.1. Комплексный метод применяют в случаях, когда необходимо характеризовать уровень качества одним обобщенным показателем.

Обобщенный показатель предназначен для управления процессами выполнения принятых планов улучшения качества продукции. Он должен соответствовать общим целям управления качеством, которые могут быть заданы на определенный период времени в виде совокупности показателей качества перспективного образца, аналога и т. д.

3.2. Обобщенный показатель представляет собой функцию от единичных (групповых, комплексных) показателей качества продукции.

Обобщенный показатель может быть выражен:

главным показателем, отражающим основное назначение продукции;

интегральным показателем качества продукции;

средним взвешенным показателем качества продукции.

3.3. При наличии необходимой информации определяют главный показатель и устанавливают функциональную зависимость его от исходных показателей, отражающую физическую сущность процесса.

3.4. Интегральный показатель применяют, когда установлен суммарный полезный эффект от эксплуатации или потребления продукции и суммарные затраты на создание и эксплуатацию или потребление продукции.

При сроке службы продукции более одного года интегральный показатель $I(t)$ вычисляют по формуле

$$I(t) = \frac{П_{\Sigma}}{З_{с}\Phi(t)+З_{э}} \text{ эффект/руб.}, \qquad (4)$$

$$I'(t) = \frac{З_{с}\Phi(t)+З_{э}}{П_{\Sigma}} \text{ руб./эффект},$$

где $П_{\Sigma}$ — суммарный полезный годовой эффект от эксплуатации или потребления продукции, выраженный в натуральных единицах, м, кг, т, шт. и т. д.;

$З_{с}$ — суммарные капитальные (единовременные) затраты на создание продукции, руб.;

$З_{э}$ — суммарные эксплуатационные (текущие) затраты, относящиеся к одному году, руб.;

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

Коэффициент $\varphi(t)$ вычисляют по формуле

$$\varphi(t) = \frac{E_{н}(1+E_{н})^{t-1}}{(1+E_{н})^{t-1}}, \qquad (5)$$

где $E_{н}$ — нормативный коэффициент экономической эффективности, равный 0,15.

Расчет интегрального показателя по формуле (4) справедлив при допущениях:

ежегодный эффект от эксплуатации или потребления продукции из года в год остается одинаковым;

ежегодные экономические затраты также одинаковые;

срок службы составляет целое число лет.

Значение $\varphi(t)$ до 24 лет приведено в таблице.

| $t$ | $\varphi(t)$ | $t$ | $\varphi(t)$ | $t$ | $\varphi(t)$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1,000 | 9 | 0,182 | 17 | 0,144 |
| 2 | 0,539 | 10 | 0,174 | 18 | 0,142 |
| 3 | 0,381 | 11 | 0,166 | 19 | 0,140 |
| 4 | 0,304 | 12 | 0,160 | 20 | 0,139 |
| 5 | 0,262 | 13 | 0,156 | 21 | 0,138 |
| 6 | 0,244 | 14 | 0,152 | 22 | 0,137 |
| 7 | 0,210 | 15 | 0,149 | 23 | 0,136 |
| 8 | 0,194 | 16 | 0,146 | 24 | 0,135 |

При сроке службы продукции до одного года интегральный показатель ($I_1$) вычисляют по формуле

$$I_1 = \frac{П_{\Sigma}}{З_{с}+З_{э}} \text{ эффект/руб.} \qquad (6)$$

или в обратном соотношении.

3.5. Средние взвешенные показатели применяют при комплексном методе оценки уровня качества продукции в случаях, когда невозможно определить главный показатель и установить зависимость его от исходных показателей качества продукции.

Средний взвешенный арифметический показатель качества продукции вычисляют по формулам:

$$Q = \sum_{i=1}^{n} m_{1(Q)} P_1, \qquad (7)$$

$$Q' = \sum_{i=1}^{n} m_{1(Q')} q_1. \qquad (8)$$

Средний взвешенный геометрический показатель качества продукции вычисляют по формулам:

$$V = \prod_{i=1}^{n} (P_1)^{m_1(V)}, \qquad (9)$$

$$V' = \prod_{i=1}^{n} (q_1)^{m_1(V)}. \qquad (10)$$

В формулах (7)—(10)

$P_1$ — значение $i$-го показателя качества оцениваемой продукции;

$q_1$ — относительный $i$-й показатель качества, вычисляемый по формулам (1), (2);

$m_{1(Q)}$ — параметр весомости i-го показателя, входящего в обобщенный показатель $(Q)$;

$m_{1(V)}$ — параметр весомости $i$-го показателя, входящего в обобщенный показатель $(V)$;

$i = 1, 2, \ldots, n$ — число показателей, составляющих средний взвешенный показатель.

Параметры весомости могут быть как размерными, например, в формулах (7), (9), так и безразмерными величинами, например, в формулах (8), (10).

В то случае, когда параметры весомости удовлетворяют условию $\sum_{i=1}^{n} m_1 = 1$, они могут быть названы коэффициентами весомости.

От нормирования параметров весомости не зависит принятие решения об уровне качества оцениваемой продукции (т. е. результат оценки).

3.6. Вид среднего взвешенного показателя и значения параметров (коэффициентов) весомости должны выбираться так, чтобы наилучшим образом соответствовать принятым целям управления (условие состоятельности обобщенного показателя).

Значения параметров (коэффициентов) весомости показателей качества определяются одновременно с утверждением планов по-

вышения уровня качества продукции и могут пересматриваться только в случае необходимости корректировки последних.

3.7. Параметры весомости в формулах (7)—(10) определяют следующими методами:

а) методом стоимостных регрессионнных зависимостей;

б) методом предельных и номинальных значений;

в) методом эквивалентных соотношений;

г) экспертным методом.

3.8. Методы определения параметров весомости изложены в справочном приложении 2.

3.9. Примеры построения обобщенных показателей и оценки уровня качества промышленной продукции комплексным методом приведены в справочном приложении 3.

## 4. СМЕШАННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ УРОВНЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

4.1. Смешанный метод оценки уровня качества продукции применяют в случаях:

когда совокупность единичных показателей качества является достаточно обширной и анализ значений каждого показателя дифференциальным методом не позволяет получить обобщающих выводов;

когда обобщенный показатель качества в комплексном методе недостаточно полно учитывает все существенные свойства продукции и не позволяет получить выводы относительно некоторых определенных групп свойств.

4.2. Смешанный метод основан на совместном применении единичных и комплексных (групповых) показателей.

4.3. При смешанном методе оценки уровня качества продукции необходимо выполнить следующие операции:

часть единичных показателей объединить в группы и для каждой группы определить соответствующий комплексный (групповой) показатель. Отдельные, как правило, важные показатели допускается не объединять в группы, а принять их при дальнейшем анализе как единичные;

на основе полученной совокупности комплексных и единичных показателей оценить уровень качества продукции дифференциальным методом.

4.4. Пример оценки уровня качества продукции смешанным методом приведен в справочном приложении 3.

*ПРИЛОЖЕНИЕ 1*
*Справочное*

## ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СТАНДАРТЕ

| Термин | Определение |
|---|---|
| Оценка уровня качества продукции | По ГОСТ 15467—79 |
| Дифференциальный метод оценки уровня качества продукции | По ГОСТ 15467—79 |
| Комплексный метод оценки уровня качества продукции | По ГОСТ 15467—79 |
| Смешанный метод оценки уровня качества продукции | По ГОСТ 15467—79 |
| Показатель качества продукции | По ГОСТ 15467—79 |
| Единичный показатель качества продукции | По ГОСТ 15467—79 |
| Комплексный показатель качества продукции | По ГОСТ 15467—79 |
| Базовое значение показателя качества продукции | По ГОСТ 15467—79 |
| Относительное значение показателя качества продукции | По ГОСТ 15467—79 |
| Определяющий показатель качества продукции | По ГОСТ 15467—79 |
| Интегральный показатель качества продукции | По ГОСТ 15467—79 |
| Главный показатель качества продукции | Показатель, наиболее полно отражающий основное назначение продукции |
| Групповой показатель качества продукции | Комплексный показатель, относящийся к определенной группе свойств продукции |
| Коэффициент весомости показателя качества продукции | По ГОСТ 15467—79 |
| Номинальное значение показателя качества продукции | По ГОСТ 15467—79 |
| Предельное значение показателя качества продукции | По ГОСТ 15467—79 |
| Экспертный метод определения показателей качества продукции | По ГОСТ 15467—79 |
| Базовый образец | Реально достижимая совокупность оптимальных значений показателей качества |
| Условие состоятельности | Соответствие выбранного обобщенного показателя целям управления качеством продукции |

*ПРИЛОЖЕНИЕ 2*
*Справочное*

## МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВЕСОМОСТИ

1. **Метод стоимостных регрессионных зависимостей**

Метод основан на построении приближенных зависимостей между затратами на создание и эксплуатацию продукции (или пропорциональными им показателями) и исходными показателями качества продукции.

Этот метод применяют при выполнении следующих основных условий:

стоимостные зависимости определены для продукции, для которой цена соответствует необходимым затратам на создание и эксплуатацию продукции. Это условие считается выполненным для продукции, которая производилась длительное время и пользовалась устойчивым спросом, то есть не являлась ни «остро дефицитной», ни «неходовой»;

число показателей качества, входящих в стоимостную зависимость, существенно меньше, чем число вариантов продукции, по которым построена стоимостная зависимость.

Вид зависимости целесообразно выбирать соответственно используемому комплексному показателю качества продукции.

Например, если комплексная оценка уровня качества продукции проводится с помощью среднего взвешенного геометрического показателя $V$ (см. формулу (10) настоящего стандарта) и известна стоимостная зависимость в виде

$$\lg \frac{S_i}{S_{i6}} = \sum_{i=1}^{n} a_i \lg \frac{P_i}{P_{i6}} , \qquad (1)$$

то параметры весомости $m_i$ равны соответствующим параметрам регрессионной зависимости $a_i$.

В формуле (1) приняты обозначения:

$S_i$, $S_{i6}$ — стоимость (оптовая цена) соответственно оцениваемой и базовой продукции;

$P_i$, $P_{i6}$ — показатели качества соответственно оцениваемой и базовой продукции;

$a_i$ — параметры аппроксимации, определяемые методом «наименьших квадратов»;

$n$ — количество принятых для оценки показателей качества продукции.

2. **Метод предельных и номинальных значений**

Метод основан на использовании известных предельных значений показателей качества продукции, определяющих требования к годной продукции или принадлежность ее к данной категории качества.

Этот метод применяют, когда предельные значения показателей определены правильно и оправданы длительным опытом их использования.

За номинальные значения принимаются средние статистические значения показателей.

Параметр весомости ($m_{i(Q)}$) для среднего взвешенного арифметического показателя вычисляют по формуле

$$m_{i(Q)} = \frac{\dfrac{1}{P_{in} - P_{inp}}}{\sum\limits_{i=1}^{n} \dfrac{1}{P_{in} - P_{inp}}} . \qquad (2)$$

Параметр весомости $m_{i(v)}$ для среднего взвешенного геометрического показателя вычисляют по формуле

$$m_{i(v)}=\frac{\dfrac{1}{\lg\dfrac{P_{iн}}{P_i}}}{\sum\limits_{i=1}^{n}\dfrac{1}{\lg\dfrac{P_{iн}}{P_{iпр}}}}, \qquad (3)$$

где $P_{iн}$ — номинальное значение показателя $P_i$;

$P_{iпр}$ — предельное значение показателя $P_i$.

3. **Метод эквивалентных соотношений**

Метод применяют в случаях, когда удается обосновать, какому относительному изменению количества продукции $\frac{\xi+\Delta\xi}{\xi}$ эквивалентно, с точки зрения общего эффекта от использования продукции по назначению, относительное изменение соответствующего показателя качества $\frac{P_i+\Delta P_i}{P_i}$ или насколько процентов можно, например, уменьшить число единиц продукции, чтобы обеспечить-те же потребности при увеличении данного показателя качества на один процент.

Параметр весомости ($m_i$) вычисляют по формуле

$$m_i=\frac{\lg\left(1+\dfrac{\Delta\xi}{\xi_i}\right)}{\lg\left(1+\dfrac{\Delta P_i}{P_i}\right)}, \quad (i=1,2\ldots,n). \qquad (4)$$

4. **Экспертный метод определения параметров весомости** основан на использовании мнений специалистов-экспертов.

Эксперты определяют параметры весомости в баллах.

Экспертный метод следует применять в тех случаях, когда параметры весомости невозможно определить приведенными выше тремя методами.

*ПРИЛОЖЕНИЕ 3*
*Справочное*

## ПРИМЕРЫ ПОСТРОЕНИЯ ОБОБЩЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ОЦЕНКИ УРОВНЯ КАЧЕСТВА ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОДУКЦИИ КОМПЛЕКСНЫМ И СМЕШАННЫМ МЕТОДАМИ

**Пример 1.** Обобщенный показатель качества буровой установки.

Обобщенный показатель качества буровой установки, характеризуемый длиной проходки за срок службы ($L$) в метрах

$$L=\frac{v\cdot T_{ср}\cdot T_o}{T_o+T_в+T_o\cdot K_{проф}}, \qquad (1)$$

где $v$ — средняя скорость бурения, м/ч;
$T_{ср}$ — срок службы, ч;
$T_o$ — наработка на отказ, ч;
$T_в$ — среднее время простоя за один отказ, ч;
$K_{проф}$ — коэффициент, характеризующий долю времени, идущего на профилактику, на 1 ч работы установки.

**Пример 2.** Обобщенный показатель качества автобуса.

Обобщенный показатель качества автобуса, характеризуемый его годовой производительностью ($W$) в чел · км

$$W=T_н\cdot v_э\cdot r_i\cdot\gamma_в\cdot\beta_п\cdot 365\alpha_п, \qquad (2)$$

где $T_н$ — средняя продолжительность нахождения автобуса в рейсе, ч;
$v_э$ — эксплуатационная скорость автобуса, км/ч;
$r_i$ — номинальная вместимость автобуса, чел.;
$\gamma_в$ — коэффициент использования вместимости автобуса;
$\beta_п$ — коэффициент использования пробега автобуса;
$\alpha_п$ — коэффициент использования парка автобусов.

**Пример 3.** Построение обобщенного показателя и оценка уровня качества кокса.

В коксовой промышленности установлено, что с изменением значений основных показателей качества кокса меняется производительность доменной печи в следующих соотношениях:

при увеличении содержания серы в коксе $S_c$ на 1% производительность печи уменьшается на 20%;

при увеличении зольности кокса $A_c$ на 1% производительность печи уменьшается на 2%;

при увеличении дробимости кокса $M_{40}$ на 1 % производительность печи увеличивается на 1,3%;

при увеличении истираемости кокса $M_{10}$ на 1% производительность печи уменьшается на 3%.

При этих условиях обобщенный показатель, характеризующий изменение производительности доменной печи в зависимости от изменения значений основных показателей качества кокса ($Q_к$—$Q_б$) в процентах, может быть выражен с помощью среднего взвешенного арифметического показателя и вычислен по формуле

$$Q_к-Q_б=m_1(S_c-S_б)+m_2(A_c-A_б)+m_3(M_{40}-M_{40б})+m_4(M_{10}-M_{10б}), \qquad (3)$$

где $Q_к, Q_б$ — комплексный показатель соответственно оцениваемого и базового кокса;
$S_c$ — содержание серы в коксе, %;

$A_c$ — зольность кокса, %;
$M_{40}$ — показатель дробимости, %;
$M_{10}$ — показатель истираемости, %;
$m_i$ — соответствующие параметры весомости, равные изменению производительности доменной печи при увеличении значений основных показателей кокса на 1%;
$i = 1, 2, 3, 4$ — количество показателей, принятых для оценки.

Требуется оценить уровень качества кокса, значения основных показателей качества которого соответствуют требованиям ГОСТ 5.1261—72. За базовый образец принят применяемый в Англии в доменном процессе кокс фирмы Apple Fradingem.

Исходные данные для расчета обобщенных показателей качества оцениваемого кокса и кокса, принятого за базовый образец, приведены в табл. 1.

Таблица 1

| Наименование показателя | Значение показателя $P_i$ | Базовый показатель $P_{i6}$ | Параметр весомости $m_i$, % |
|---|---|---|---|
| Содержание серы $S_c$, % | 0,7 | 1,2 | —20,0 |
| Зольность $A_c$, % | 11,0 | 9,8 | — 2,0 |
| Показатель дробимости $M_{40}$, % | 78,0 | 70,0 | + 1,3 |
| Показатель истираемости $M_{10}$, % | 8,0 | 9,8 | — 3,0 |

Уровень качества оцениваемого кокса определяется формулой

$$K_y = \frac{Q_к - Q_б}{Q_б} =$$

$$= \frac{-20{,}0(0{,}7-1{,}2)-2{,}0(11{,}0-9{,}8)+1{,}3(78{,}0-70{,}0)-3{,}0(8{,}0-9{,}8)}{-20{,}0\times1{,}2-2{,}0\times9{,}8+1{,}3\times70{,}0-3{,}0\times9{,}8} = 1{,}3.$$

Полученный результат свидетельствует о том, что уровень качества оцениваемого кокса в 1,3 раза выше базового уровня.

**Пример 4.** Оценка уровня качества металлорежущих станков.

Необходимо сравнить интегральные показатели $I(t)$ двух специальных металлорежущих станков одинакового технологического назначения.

Исходные данные для расчета $I(t)$ по формуле (4) настоящего стандарта приведены в табл. 2.

Таблица 2

| Наименование показателя | Значение показателя | |
|---|---|---|
| | нового станка | базового образца |
| Годовая производительность при отсутствии простоев из-за отказов | 20000 | 20000 |
| Время простоев из-за отказов, % | 3 | 6 |
| Стоимость станка, руб. | 200000 | 150000 |
| Годовые затраты на ремонт, руб. | 2000 | 4000 |
| Прочие годовые эксплуатационные затраты, руб. | 40000 | 40000 |
| Средний срок службы $t$, лет | 12 | 9 |

Производительность $Q$ специальных станков с учетом простоев из-за отказов составит:

для нового станка $Q=20000(1-0,03)=19400$ дет.;

для базового станка $Q_б=20000(1-0,06)=18800$ дет.

По данным табл. 2, формулы (4) и таблицы $\varphi(t)$ настоящего стандарта вычисляют значения интегральных показателей

$$I(t)=\frac{19400}{20000\times0,160+42000}=0,26\frac{\text{дет.}}{\text{руб.}};$$

$$I_б(t)=\frac{18800}{150000\times0,182+44000}=0,26\frac{\text{дет.}}{\text{руб.}}.$$

Полученные результаты свидетельствуют о том, что уровень качества нового станка соответствует уровню базового образца.

**Пример 5.** Оценка уровня качества грохота смешанным методом.

Оценить смешанным методом уровень качества применяемого в угольной промышленности грохота ГЦЛ. Исходные данные для расчета приведены в табл. 3.

Таблица 3

| Наименование показателя | Обозначение | Значение единичных показателей | | Относительный показатель $q_i$ |
|---|---|---|---|---|
| | | грохота ГЦЛ | базового | |
| 1. Производительность, т/ч | $W$ | 630 | 700 | 0,90 |
| 2. Средний срок службы до первого капитального ремонта, ч | $T_{ср}$ | 3700 | 3870 | 0,95 |
| 3. Наработка на отказ, ч | $T_о$ | 550 | 500 | 1,10 |
| 4. Среднее время восстановления, ч | $T_в$ | 3,5 | 4,5 | 1,14 |
| 5. Количество отказов | $\mu$ | 12 | 14 | 1,17 |
| 6. Коэффициент технического использования | $K_п$ | 0,984 | 0,990 | 0,99 |
| 7. Оптовая цена, руб. | $C_1$ | 3200 | 3500 | 1,13 |
| 8. Средняя стоимость 1 ч эксплуатации, руб. | $C_2$ | 0,40 | 0,45 | 1,14 |
| 9. Средняя стоимость 1 ч простоя из-за ремонта, руб. | $C_3$ | 500 | 500 | 1,12 |
| 10. Площадь просеивающей поверхности к общей площади грохота | $K_{пл}$ | 0,9 | 0,8 | 1,12 |
| 11. Уровень шума, дБ (предельный уровень шума $K_{ш.пр}=90$ дБ) | $K_ш$ | 87 | 84 | 0,97 |

Приведенные в настоящей таблице первые девять единичных показателей объединяют в интегральный показатель по формуле

$$I=\frac{W\cdot T_{ср}\cdot K_п}{C_1+C_2\cdot K_и\cdot T_о+C_3\cdot T_в}. \qquad (4)$$

Расчет по формуле (4) дает следующие значения интегральных показателей:

для оцениваемого грохота $I_г=152$ т/руб.;

для базового образца $I_{гб}=128$ т/руб.

Для оценки уровня качества грохота смешанным методом берут только три относительных показателя:

относительный интегральный показатель

$$q_{I_г} = \frac{152}{128} = 1{,}19;$$

относительный показатель площади просеивающей поверхности

$$q_{K_{пл}} = 1{,}12;$$

относительный показатель уровня шума

$$q_{K_ш} = 0{,}97.$$

Из полученных результатов видно, что уровень качества оцениваемого грохота выше базового уровня, поскольку два из трех значений относительных показателей больше единицы, а третье значение относительного показателя (уровень шума), хотя и меньше единицы, но не превышает допустимого значения.

**Пример 6.** Построение среднего взвешенного геометрического обобщенного показателя качества наручных часов.

Для оценки качества наручных часов с целью выбора наилучшего варианта применяют средний взвешенный геометрический показатель, рассчитываемый по формуле (10) настоящего стандарта.

Для построения обобщенного показателя такого вида выбраны показатели качества часов:

показатель качества сборки и регулировки хода;

оценочное число $N$;

средний суточный ход $\omega$;

высота механизма $h$;

калибр (посадочный диаметр) механизма $K$.

Обобщенный показатель качества наручных часов для $i$-й модели имеет вид

$$V_i = \left(\frac{N_б}{N_i}\right)^{m_N} \left(\frac{\omega_б}{\omega_i}\right)^{m_\omega} \left(\frac{h_б}{h_i}\right)^{m_h} \left(\frac{K_б}{K_i}\right)^{m_k}, \qquad (5)$$

где $N_б$, $\omega_б$, $h_б$, $K_б$ — соответствующие показатели базового образца;

$N_i$, $\omega_i$, $h_i$, $K_i$ — соответствующие показатели оцениваемых часов;

$m_N$, $m_\omega$, $m_h$, $m_k$ — параметры весомости соответствующих показателей.

Параметры весомости $m_N$ и $m_\omega$ определяют методом стоимостных регрессионных зависимостей по данным табл. 4. Условия применения этого метода, приведенные в справочном приложении 2, можно считать выполненными для наручных часов, как продукции, пользующейся устойчивым спросом.

Таблица 4

| Относительный средний суточный ход $\frac{\omega_б}{\omega_i}$ | Относительное оценочное число $\frac{N_б}{N_i}$ | Относительная стоимость часов различной сложности | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | | $\frac{S_i}{S_б}$ | | | | | | |
| 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 10,00 | 6,67 | 2,00 | 2,00 | 1,93 | 2,06 | 2,00 | 2,00 | 2,19 |
| 50,00 | 40,00 | 3,50 | 3,50 | 3,46 | 3,38 | 3,50 | 3,60 | 3,44 |
| $\lg\frac{\omega_б}{\omega_i}$ | $\lg\frac{N_б}{N_i}$ | $\lg\frac{S_i}{S_б}$ | | | | | | |
| 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 1,000 | 0,824 | 0,301 | 0,301 | 0,286 | 0,314 | 0,301 | 0,302 | 0,340 |
| 1,699 | 1,602 | 0,544 | 0,544 | 0,539 | 0,529 | 0,544 | 0,556 | 0,537 |

В формуле (5) показатели качества базового образца приведены в числителе, так как улучшению качества наручных часов соответствует уменьшение принятых для оценки единичных показателей.

По данным табл. 4 между стоимостью и показателями качества установлена зависимость вида

$$\lg \frac{S_i}{S_б} = m_N \cdot \lg \frac{N_б}{N_i} + m_\omega \lg \frac{\omega_б}{\omega_i} \qquad (6)$$

За базовые приняты часы со средним суточным ходом $\omega = 100$ и оценочным числом $N = 40$.

Параметры весомости $m_N$ и $m_\omega$ определены методом наименьших квадратов из уравнений

$$\Sigma(y - m_N x - m_\omega z)^2 \to \min$$

$$\Sigma m_N x^2 + \Sigma m_\omega xz = \Sigma yx;$$

$$\Sigma m_N xz + \Sigma m_\omega z^2 = \Sigma yz.$$

В приведенной системе уравнений приняты обозначения:

$$y = \lg \frac{S_i}{S_б}, \quad x = \lg \frac{N_б}{N_i}, \quad z = \lg \frac{\omega_б}{\omega_i}.$$

Решение системы уравнений дает следующие значения параметров весомости $m_\omega = 0{,}24$; $m_N = 0{,}08$.

Параметр весомости $m_h$ в обобщенном показателе $V$ определен методом «стоимостных регрессионных зависимостей» по данным табл. 5 с использованием оптовых цен.

Таблица 5

| Высота механизма часов $h$, мм | $\frac{h_б}{h_i}$ | $\lg \frac{h_б}{h_i}$ | $\frac{S_i}{S_б}$ | $\lg \frac{S_i}{S_б}$ | Высота механизма часов $h$, мм | $\frac{h_б}{h_i}$ | $\lg \frac{h_б}{h_i}$ | $\frac{S_i}{S_б}$ | $\lg \frac{S_i}{S_б}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4,00 | 1,000 | 0,000 | 1,000 | 0,000 | 3,80 | 1,052 | 0,021 | 1,260 | 0,100 |
| 5,75 | 0,695 | —0,158 | 0,543 | —0,265 | 3,40 | 1,176 | 0,072 | 1,500 | 0,176 |
| 5,25 | 0,762 | —0,118 | 0,700 | —0,155 | 3,10 | 1,292 | 0,111 | 1,700 | 0,230 |
| 4,35 | 0,918 | —0,037 | 0,854 | —0,069 | 2,70 | 1,482 | 0,270 | 1,900 | 0,279 |
| 4,10 | 0,974 | —0,011 | 0,900 | —0,046 | 2,20 | 2,100 | 0,322 | 2,300 | 0,362 |

По данным табл. 5 между стоимостью $S$ и высотой механизма $h$ часов установлена приближенная зависимость

$$\lg \frac{S_i}{S_б} = m_h \lg \frac{h_б}{h_i}. \qquad (7)$$

Параметр весомости, рассчитанный по формуле (7), равен 1,44.

Параметр весомости для показателя $K$, характеризующего изменение уровня качества для определенной группы часов при изменении калибра механизма, определен методом «эквивалентных соотношений». При этом использованы данные о надбавках к оптовым ценам базовых часов при изменении показателя $K$.

Исходные данные для расчета приведены в табл. 6.

Таблица 6

| Калибр механизма часов | Значение показателя $K$, мм | Надбавка к оптовой цене базовых часов при изменении калибра, руб. | Калибр механизма часов | Значение показателя $K$, мм | Надбавка к оптовой цене базовых часов при изменении калибра, руб. |
|---|---|---|---|---|---|
| Нормальный калибр | 26,0 (базовый) | — | Малый калибр | 18,0 (базовый) | — |
| | 22,0 | 0,60 | | 16,0 | 0,20 |
| | 24,0 | 0,50 | | 15,0—13,1 | 0,40 |
| | | | | 13,0—11,0 | 2,80 |

Параметр весомости, рассчитанный по формуле (4) справочного приложения 2, которая в настоящем примере имеет вид

$$m_K = \frac{\frac{\Delta S_i}{S_б}}{\frac{\Delta K_i}{K_б}}, \qquad (8)$$

и усредненный для двух типов калибра, равен 0,90.

С полученными значениями параметров весомости обобщенный показатель $V$ имеет вид

$$V_i = \left(\frac{N_б}{N_i}\right)^{0,08} \left(\frac{\omega_б}{\omega_i}\right)^{0,24} \left(\frac{h_б}{h_i}\right)^{1,44} \left(\frac{K_б}{K_i}\right)^{0,90}. \qquad (9)$$

**Пример 7.** Оценка уровня качества наручных часов с помощью среднего взвешенного геометрического показателя.

С целью выбора наилучшего варианта сравнить уровень качества наручных часов трех моделей.

Расчет обобщенного показателя проводят по формуле (9) примера 6 с использованием данных табл. 7.

Таблица 7

| Наименование показателя | Значение показателя базового образца | Значение показателя по моделям оцениваемых часов | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 1. Оценочное число $N$ | 6 | 5 | 6 | 5 |
| 2. Средний суточный ход $\omega$ | 10 | 16 | 10 | 9 |
| 3. Высота механизма $h$ | 4,0 | 3,8 | 3,9 | 4,4 |
| 4. Калибр механизма $K$ | 26 | 24 | 26 | 26 |

Для трех оцениваемых моделей получены следующие значения обобщенных показателей:

для модели 1

$$V_1 = \left(\frac{6}{5}\right)^{0,08} \left(\frac{10}{16}\right)^{0,24} \left(\frac{4,0}{3,8}\right)^{1,44} \left(\frac{26}{24}\right)^{0,90} = 1,07;$$

для модели 2

$$V_2=\left(\frac{6}{6}\right)^{0,08}\left(\frac{10}{10}\right)^{0,24}\left(\frac{4,0}{3,9}\right)^{1,44}\left(\frac{26}{26}\right)^{0,90}=1,04;$$

для модели 3

$$V_3=\left(\frac{6}{5}\right)^{0,08}\left(\frac{10}{9}\right)^{0,24}\left(\frac{4,0}{4,4}\right)^{1,44}\left(\frac{26}{26}\right)^{0,90}=0,90.$$

По полученным значениям обобщенных показателей можно сделать вывод, что уровень качества часов модели 1 выше, чем у часов моделей 2 и 3.

**Пример 8.** Определение параметров весомости обобщенного показателя методом предельных и номинальных значений исходных показателей.

Определить методом предельных и номинальных значений исходных показателей параметры весомости для обобщенного показателя оценочного числа $N$, которое, согласно ГОСТ 10733—79, определяется по формуле

$$N=m_I\ I_{max}+m_P\ P_{max}+m_C\ C, \qquad (10)$$

где $I_{max}$ — погрешность изохронности, с;
$P_{max}$ — позиционная погрешность, с;
$C$ — температурная погрешность хода, с/1 °С;
$m_I$, $m_P$, $m_C$ — параметры весомости, имеющие численные значения по ГОСТ 10733—79; $m_I=0,15$; $m_P=0,10$; $m_C=1,00$.

Методом предельных и номинальных значений исходных показателей параметры весомости $m_I$, $m_P$, $m_C$ определены по формуле (2) справочного приложения 2 с использованием данных табл. 8. При этом с целью согласования полученных значений и значений по ГОСТ 10733—79 параметр весомости для показателя $C$ принят за единицу.

Таблица 8

| Категория часов | Предельная погрешность изохронности $I_{пр}$, с | Номинальная погрешность изохронности $I_{н}$, с | Предельная позиционная погрешность $P_{пр}$, с | Номинальная позиционная погрешность $P_{н}$, с | Предельная температурная погрешность $C_{пр}$, с/1°С | Номинальная температурная погрешность $C_{н}$, с/1°С |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 65 | 20 | 65 | 20 | 7 | 0,5 |
| 3 | 95 | 40 | 95 | 27 | 8 | 0,6 |
| 4 | 125 | 80 | 125 | 32 | 8 | 0,8 |

Предельные значения показателей $I_{пр}$, $P_{пр}$, $C_{пр}$ приняты по действующей нормативно-технической документации, номинальные значения показателей определены статистической обработкой более 2000 наручных часов.

Параметры весомости рассчитаны по приведенным формулам:

для показателя $I$

$$m_I=\frac{C_{пр}-C_{н}}{I_{пр}-I_{н}}, \qquad (11)$$

для показателя $P$

$$m_P = \frac{C_{пр} - C_н}{P_{пр} - P_н} \quad (12)$$

С полученными значениями параметров весомости формула (10) имеет вид

$$N = 0{,}13I + 0{,}1P + C. \quad (13)$$

Как видно из примера, параметры весомости, полученные методом предельных и номинальных значений исходных показателей, хорошо согласуются с практически применяемыми в настоящее время по ГОСТ 10733—79.

Редактор *В. Н. Розанова*
Технический редактор *Ф. И. Шрайбштейн*
Корректор *М. Г. Байрашевская*

Сдано в наб. 03.12.79 Подп. в печ. 07.03.80 1,25 п. л. 1,18 уч.-изд. л. Тир. 16000 Цена 5 коп.

Почета» Издательство стандартов, Москва, Д-557, Новопресненский пер., д. 3.
сская типография Издательства стандартов, ул. Миндауго, 12/14. Зак. 40

gost.e-ecolog.ru