

УДК 681.51(075.4)

**КВАЛИМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА  
КАЧЕСТВА НАРУЧНЫХ ЧАСОВ****Яшин В.Н.***ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет, Самара,  
e-mail: vlyashin@yandex.ru*

В статье рассматриваются вопросы, связанные с квалиметрической оценкой качества наручных часов. Квалиметрическая оценка наручных часов, проводимая с целью оценки их качества, остается одной из актуальных проблем, стоящей перед разработчиками и производителями часов во всем мире. Это обусловлено как высокой конкуренцией производителей наручных часов на мировом рынке, так и существующей тенденцией, направленной на повышение качества наручных часов. В предлагаемой к рассмотрению статье автором предложен подход, при котором квалиметрическая оценка качества наручных часов рассматривается с общих метрологических позиций, учитывающих различные показатели качества наручных часов, что позволяет эффективно применять средства информационных технологий для автоматизации процесса их оценки. Для наручных часов можно выделить несколько показателей качества: технические, эксплуатационные, эстетические, эргономические и т.д. Целями работы являются систематизация вопросов, связанных с квалиметрической оценкой качества наручных часов, и разработка алгоритма оценки эстетических показателей качества наручных часов с помощью средств информационных технологий. Основное внимание в статье было уделено разработке алгоритма оценки эстетических показателей качества наручных часов. Предложенная иерархическая структура эстетических показателей качества наручных часов позволила формализовать метод экспертных оценок и разработать алгоритм их оценки с использованием средств информационных технологий. На основе предложенного алгоритма квалиметрической оценки эстетических показателей качества наручных часов были получены практические результаты, подтверждающие целесообразность применения метода экспертных оценок для оценки качества наручных часов.

**Ключевые слова:** квалиметрическая оценка, показатели качества, эстетические показатели, наручные часы, алгоритм, экспертная оценка, информационные технологии

**QUALIMETRIC ESTIMATION  
OF THE QUALITY OF WRISTWATCHES****Yashin V.N.***Samara State Technical University, Samara, e-mail: vlyashin@yandex.ru*

The article discusses problems related to the qualimetric estimation of wristwatches. Qualimetric evaluation of wristwatches for assessing their quality remains one of the urgent problems facing watch developers and manufacturers all over the world. This is due to high competition of wristwatches on the world market as well as to existing trend aimed at improving the quality of wristwatches. In the article proposed for consideration, the author suggests an approach in which the qualimetric estimation of the quality of wristwatches is considered from general metrological positions, considering various indicators of the quality of wristwatches, which allows effective use of information technology tools to automate the process of their assessment. For wristwatches, several quality indicators can be distinguished: technical, operational, aesthetic, ergonomic, etc. The purpose of the article is to systematize problems related to the qualitative estimation of the quality of wristwatches and to develop an algorithm for evaluating the aesthetic quality indicators of the quality of wristwatches by means of information technology. The main attention in the article was paid to the development of an algorithm for evaluating the aesthetic quality indicators of wristwatches. The proposed hierarchical structure of aesthetic indicators of the quality of wristwatches allowed to formalize the method of expert assessments and develop an algorithm for their assessment using information technology. Based on the proposed algorithm of qualimetric evaluation of aesthetic indicators of the quality of wristwatches, practical results were obtained confirming expediency of using the method of expert assessments to assess the quality of wristwatches.

**Keywords:** qualimetric estimation, quality indicators, aesthetic indicators, wristwatches, algorithm, expert estimation, information technology

Квалиметрическая оценка качества наручных часов была и остается одной из актуальных проблем, стоящей перед разработчиками и производителями часов во всем мире. Это обусловлено как высокой конкуренцией часов на мировом рынке, так и существующей тенденцией, направленной на повышение качества часов и часовых механизмов. Среди ведущих производителей наручных часов в мире в настоящее время можно выделить следующие компа-

нии: SWATCH GROUP (Швейцария, выпускающая наручные часы следующих брендов: Breguet, Omega, Rado, Tissot, Calvin Klein и т.д.), SEIKO GROUP (Япония, бренды: Seiko, Grand Seiko, Pulsar, Orient и т.д.), FOSSIL GROUP (США, бренды: Fossil, Relic, Michele, Zodiac, Skagen и т.д.) и т.д. Важно здесь отметить и российских производителей наручных часов: «Часовая компания Слава» (часы торговых марок: «Слава», «Держава», «КГБ» и т.д.), ОАО Чи-

стопольский часовой завод (часы «Восток»), Петродворцовый часовой завод «Ракета» (часы «Ракета», «Победа», «Восток»), ОАО Челябинский часовой завод «Молния» (часы «Молния») и т.д.

Перечисленные выше зарубежные и отечественные компании производят наручные часы следующих видов (по принципу действия): механические, кварцевые, электронные.

Большой популярностью у потребителей в настоящее время пользуются и смарт-часы (умные часы), ведущими производителями которых являются: Garmin Ltd. (США), Samsung Group (Республика Корея), корпорация Apple (США).

Говоря о квалиметрической оценке качества наручных часов, следует отметить, что под такой оценкой будем понимать совокупность методов измерения и количественной оценки качества часов, которые используются для принятия обоснованных решений в процессе управления их качеством. К таким методам в квалиметрии относят: измерительный метод, регистрационный метод, расчетный метод, органолептический метод, экспертный и социологический методы. В предлагаемой статье рассматривается возможность применения метода экспертных оценок для квалиметрической оценки качества наручных часов по эстетическим показателям с использованием средств информационных технологий (ИТ).

Целями работы являются систематизация вопросов, связанных с квалиметрической оценкой эстетических качеств наручных часов, и разработка алгоритма квалиметрической оценки эстетических показателей качества наручных часов, позволяющего автоматизировать процесс оценки на основе средств ИТ.

*Квалиметрическая оценка эстетических показателей качества наручных часов и ее алгоритмизация*

Среди показателей качества наручных часов [1, 2], подлежащих квалиметрической оценке [3–6], можно выделить несколько групп: технические, эксплуатационные, эстетические, эргономические качества и т.д. Проведенные исследования показали [7, 8], что среди указанных групп показателей качества часов значимость группы эстетических показателей находится в пределах от 10% до 50% среди всех показателей качества наручных часов. Данное обстоятельство обусловлено тем, что наручные часы, являясь индивидуальным прибором времени, представляют для потребителя и эстетический интерес.

Представим эстетические показатели качества наручных часов в виде иерархической структуры, ограничимся при этом тремя уровнями: верхним, средним и нижним. На верхнем уровне иерархии расположим комплексный показатель эстетических качеств наручных часов  $K_3$ ; на среднем уровне разместим три показателя эстетических качеств: 1) композиционное решение; 2) соответствие моде; 3) качество обработки и покрытия внешнего вида наручных часов; на нижнем уровне разместим ряд показателей эстетических качеств: композиционное решение: 1) целостность формы; 2) рациональность формы; 3) пропорциональность элементов формы (размер надписей, знаков, элементов корпуса и стрелок); 4) стилевое единство стрелок, знаков, корпуса, циферблата; соответствие моде: 1) размер, конфигурация, объемно-пластическое решение корпуса и циферблата; 2) цветовое решение корпуса и циферблата; 3) фактура поверхности корпуса и циферблата; 4) графическое решение циферблата (стрелки, надписи и знаки); 5) современность конструкции (наличие дополнительных средств информации); качество обработки и покрытия внешнего вида наручных часов: 1) качество обработки наружных поверхностей корпуса часов; 2) качество обработки поля циферблата; 3) четкость формы элементов циферблата; 4) четкость формы; 5) чистота поверхности и качество стекла, качество покрытия.

Характерной особенностью нижнего уровня предложенной иерархии является отсутствие четкой границы между эстетическими показателями часов, однако это не столь важно, поскольку в данном случае иерархическая система может иметь определенные допущения. Кроме того, нижний уровень иерархической структуры эстетических показателей качества может быть расширен для повышения достоверности оценки.

Описанная выше иерархическая структура эстетических показателей качества будет иметь на верхнем уровне один комплексный показатель качества, на среднем – три показателя качества и на нижнем уровне – четырнадцать. Предложенная структура позволяет формализовать метод экспертных оценок для оценки эстетических показателей качества наручных часов и использовать средства ИТ для автоматизации процесса оценки качества часов.

Предлагаемый автором алгоритм оценки эстетических качеств наручных часов с целью автоматизации этой оценки сводится к следующему.

1. Предложенная в статье иерархическая структура эстетических показателей качества должна быть рассмотрена группой экспертов (7–10 экспертов) в области эстетического конструирования наручных часов с целью определения весовых коэффициентов эстетических показателей качества и занесения их в соответствующую таблицу.

2. Эксперты независимо друг от друга должны ранжировать показатели качества по их важности (весомости) как составляющие среднего (второго) и нижнего (третьего) уровней.

3. Далее эксперты определяют значения весовых коэффициентов показателей качества, например от 0 до 10 баллов. Все значения весовых коэффициентов должны быть сведены в общую таблицу, которая будет подвергнута соответствующей обработке средствами ИТ.

4. Общая таблица должна изучаться экспертами в течение определенного времени – 30–60 минут. При этом каждый эксперт сравнивает свои весовые коэффициенты с анонимными значениями весовых коэффициентов других экспертов.

5. Полученные значения весовых коэффициентов в интервале от 0 до 10 баллов нормируются в соответствии с выражением:

$$\sum_{i=1}^k X_i^j = \sum_{j=1}^l X_j^i = 100\%,$$

где  $X_i^j$  – коэффициент весомости  $i$ -го показателя качества нижнего уровня (третьего уровня) относительно соответствующего  $j$ -го показателя качества среднего уровня (второго уровня);

$X_j^i$  – коэффициент весомости  $j$ -го показателя качества среднего уровня относительно комплексного показателя эстетических качеств (первого уровня) наручных часов;

$k$  – число эстетических показателей качества нижнего уровня, определяющих показатель эстетических качеств среднего уровня;

$l$  – число эстетических показателей качества среднего уровня, определяющих комплексный показатель эстетических качеств наручных часов.

6. Далее с помощью средств ИТ вычисляются весовые коэффициенты эстетических показателей качества относительно комплексного показателя качества и средние значения весовых коэффициентов показателей качества по формулам:

$$X_i^i = X_i^l \cdot X_j^i$$

$$X_i^i = \frac{\sum_{z=1}^n X_{iz}^i}{n}$$

где  $X_{iz}^i$  – весовой коэффициент, назначенный  $i$ -му показателю качества  $z$ -м экспертом;  $n$  – количество экспертов.

7. Следующим шагом является определение степени согласованности мнений экспертов с помощью коэффициента согласия (конкордации). Для этого с помощью средств ИТ автоматизируется процесс ранжирования всех показателей качества в соответствии со значениями их весовых коэффициентов и определяется сумма рангов каждого показателя,  $\sum_{z=1}^n c_{jz}$ , где  $c_{jz}$  – ранг

$j$ -го показателя у  $z$ -го эксперта, и отклонение от средней суммы рангов:

$$\Delta_j = \sum_{z=1}^n c_{jz} - P,$$

где  $P$  – средняя сумма рангов:  $P = \frac{\sum_{j=1}^l \sum_{z=1}^n c_{jz}}{l}$ .

8. Далее рассчитывается коэффициент конкордации по формуле Кендалла [3]:

$$W = \frac{12S}{n^2(l^3 - l)},$$

где  $S = \sum_{j=1}^l \Delta_j^2$ .

Полученное значение коэффициента конкордации выводится на экран монитора средства ИТ. Выведенное значение должно лежать в пределах  $1 \geq W \geq 0$ , причем если  $W = 0$ , то отсутствует согласованность в мнениях экспертов, и  $W = 1$  означает полную согласованность во мнениях экспертов. Полученное значение коэффициента конкордации оценивают на значимость, используя известные критерии, например критерий  $\chi^2$ .

На основе предложенного алгоритма квалитметрической оценки эстетических показателей качества наручных часов методом экспертных оценок были получены практические результаты, которые приведены ниже. Квалитметрической оценке подверглись наручные кварцевые часы марки SEIKO модели NSY7T04. Девять экспертов – специалистов в области художественного конструирования (дизайна) наручных часов определяли весовые коэффициенты эстетических показателей качества по десятибальной шкале. Важнейшему показателю присваивалось 10 баллов, а остальным – меньшие значения. Каждому эксперту был присвоен индивидуальный номер.

Таблица 1

Весовые коэффициенты показателей качества часов нижнего уровня

Группа показателей эстетических качеств нижнего уровня	Номера экспертов								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Весовые коэффициенты (баллы по десятибалльной шкале)								
1. Целостность формы	7	7	8	8	9	7	8	6	7
2. Рациональность	8	7	7	9	10	8	9	7	8
3. Пропорциональность	6	5	7	5	7	6	6	5	5
4. Стилевое единство	4	3	2	3	2	2	3	2	2
5. Размер, конфигурация ...	6	5	7	6	8	6	7	5	6
6. Цветовое решение	1	1	2	2	1	2	1	1	1
7. Фактура поверхности	1	1	1	1	2	1	2	1	1
8. Графическое решение	5	3	5	3	4	4	4	3	3
9. Современность конструкции	2	2	1	2	1	2	2	2	1
10. Качество обработки ...	6	4	6	4	6	5	5	4	4
11. Качество обработки поля ...	3	2	2	2	1	2	2	1	1
12. Четкость формы элемент...	4	3	3	4	3	3	3	2	2
13. Четкость формы	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14. Чистота поверхности ...	1	1	2	1	1	1	1	1	1

Таблица 2

Весовые коэффициенты показателей качества часов среднего уровня

Группа показателей эстетических качеств среднего уровня	Номера экспертов								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Весовые коэффициенты (баллы по десятибалльной шкале)								
1. Композиционное решение	8	7	6	7	8	8	7	7	7
2. Соответствие моде	8	9	9	10	8	9	8	8	8
3. Качество обработки и ...	7	7	6	6	6	7	6	6	6

Так, для нижнего уровня эстетических показателей (средние значения) мнения экспертов распределились в соответствии с таблицей 1. Аналогично заносились результаты в таблицу 2 для среднего уровня эстетических показателей. Полученные значения коэффициентов нормировались и ранжировались.

В случае если эксперт считал два или более показателей равнозначными, он присваивал им равнозначный ранг. Приведенные таблицы 1 и 2 изучались экспертами в течение определенного времени – 30–60 минут. При этом каждый эксперт сравнивает свои весовые коэффициенты с анонимными значениями весовых коэффициентов других экспертов. После этого эксперты вновь проставляли значения весовых коэффициентов в таблицы. Далее вычислялись средние значения весовых коэффициентов, которые заносились соответственно в таблицы 1 и 2.

Полученные значения коэффициентов нормировались и ранжировались. Так, в таблице 1 для первого показателя (целостность формы) сумма рангов составляет 67 баллов, а нормированное значение составляет 14,9% (67 делится на 499 и умножается на 100%), число 499 – сумма средних рангов всех 14 показателей по вертикали таблицы 1. Результаты расчета в таблице 1 были проранжированы (сортировка по убыванию) и представлены на рисунке 1.

Аналогично строилась диаграмма средних значений коэффициентов весомости среднего уровня, при этом нормированные весовые коэффициенты составляли: для первой группы параметров 32,7%, второй группы 38,7% и третьей – 28,6%. Полученные значения коэффициентов весомости нижнего и среднего уровня наглядно показывают значимость групп показателей эстетических качеств наручных часов.



Рис. 1. Диаграмма средних значений коэффициентов весомости нижнего уровня показателей качества

Так, на нижнем уровне значительное влияние оказывают показатели 2-й, 1-й, 5-й групп, а на среднем уровне – показатели 2-й группы, т.е. достаточно высокое качество исследуемых часов определяется указанными группами показателей качества. Для определения степени согласованности мнений экспертов были рассчитаны коэффициент конкордации, который составил 0,91 при 0,1%-ном уровне значимости, критерий  $\chi^2$ . Полученное значение говорит о высокой вероятности неслучайной согласованности мнений экспертов относительно эстетических качеств кварцевых часов SEIKO.

Реализация представленного алгоритма позволяет учесть особенности применения метода экспертных оценок на практике для квалиметрической оценки эстетических показателей качества наручных часов:

- знакомство экспертов с анонимными результатами не приводит к сколь-нибудь существенному изменению их мнения, средние квадратические отклонения результатов отличаются незначительно;

- средние арифметические значения весовых коэффициентов меняются незначительно;

- обсуждение полученных результатов резко уменьшает рассеивание значений весовых коэффициентов;

- мнения экспертов относительно весомости эстетических показателей качества наручных часов существенно расходятся. Особенно это касается такого показателя ка-

чества, как соответствие моде, который имеет высокий весовой коэффициент (38,7%).

Разновидностью экспертных методов можно назвать и органолептический метод, основанный на определении значений показателей качества с помощью органов чувств (зрения, осязания, обоняния) человека без применения технических измерительных средств. С помощью органолептического метода можно учитывать как интенсивность, так и желательность ощущений при оценке показателей качества наручных часов. Точность определения значений показателей качества органолептическим методом, как в описанном выше методе экспертных оценок, во многом зависит от квалификации и способностей экспертов, производящих оценку, а также от метода статистической обработки полученных результатов. Обычно органолептическим методом определяют оценки показателей качества наручных часов в баллах, например по десятибалльной шкале, с качественным описанием каждого балла (очень красивый, красивый, хороший и т.д.).

### Выводы

1. Систематизированы вопросы, связанные с квалиметрической оценкой качества наручных часов. Квалиметрическая оценка производится по различным групповым показателям качества наручных часов: техническим, эксплуатационным, эстетическим и т.д.

2. Предложена иерархическая структура эстетических показателей качества наручных часов, позволяющая формализовать метод экспертных оценок для оценки их эстетических показателей качества с помощью ИТ.

3. Разработан алгоритм, позволяющий автоматизировать процесс оценки качества наручных часов методом экспертных оценок.

4. Реализация представленного алгоритма позволяет сделать вывод о целесообразности применения метода экспертных оценок для определения эстетических показателей качества наручных часов.

#### Список литературы

1. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2009. 21 с.
2. ГОСТ 10733-98. Часы наручные и карманные механические. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2007. 16 с.
3. Романов В.Н., Орлов А.Ю., Ромодановская М.П., Орлов Д.Ю. Квалиметрия: учеб. пособие. Владимир: Изд-во ВлГУ, 2017. 135 с.
4. Буланова Е.А., Рязанов А.И. Основы квалиметрии, стандартизации и сертификации: учеб. пособие. Самара: Изд-во Самарского университета, 2019. 88 с.
5. Пазушкина О.В. Основы метрологии, стандартизации, сертификации и контроля качества: учеб. пособие. Ульяновск: ИПК «Венец» УлГТУ, 2015. 148 с.
6. Аристов А.И. Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие. М.: Инфра-М, 2014. 256 с.
7. Яшин В.Н. Информационно-измерительные подходы для оценки технических средств хронометрии: монография. М.: ИНФРА-М, 2017. 120 с.
8. Яшин В.Н. Методологические подходы при измерении и контроле основных метрологических характеристик технических средств хронометрии // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Технические науки. 2014. Вып. 43. С. 63–72.