

УДК 658.56

КОНТРОЛЬ. КАЧЕСТВО РЕШЕНИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА

Савин К.Н., Хамханова Д.Н., Шарапова С.М.

ФГОУ ВПО «Восточно-Сибирский государственный университет технологии и управления»,
Улан-Удэ, e-mail: office@esstu.ru

По результатам контроля качества продукции и услуг, экспертными методами принимаются важные управленческие решения. Решения могут приниматься по результатам комплексирования показателей качества и могут быть различного вида. Качество решения по результатам комплексирования в случае однократного измерения двух объектов экспертизы характеризуется вероятностью правильного решения эксперта, а в случае многократного измерения двух объектов экспертизы будет характеризоваться выбранной доверительной вероятностью или вероятностью правильного решения экспертной комиссии. Качество составления ранжированного ряда по результатам комплексирования показателей качества в случае однократного измерения нескольких объектов экспертизы может быть определено на основе априорной информации о достоверности решения эксперта, в случае многократного измерения характеризуется выбранным уровнем значимости или заданной вероятностью. Любое решение может быть как правильным, так и неправильным, поэтому необходимо оценивать качество решений. Предложенные методы оценки качества решений имеют большую практическую ценность и могут быть применимы во всех областях, где проводятся экспертные методы контроля качества продукции и услуг.

Ключевые слова: контроль, решение, качество решений

CONTROL. QUALITY OF DECISIONS ON THE RESULTS OF COMPLEXIFICATION OF QUALITY INDICATORS

Savin K.N., Khamkhanova D.N., Sharapova S.M.

FSBEO HPE «East Siberian State budget university of technology and management», Ulan-De,
e-mail: office@esstu.ru

By the results of quality control of production and services by expert methods important administrative decisions are made. Decisions can be accepted by results of complexification (integration) of indicators of quality and can be various. Quality of the decision on the results of complexification in case of a single measurement of two objects of examination is characterized by probability of the correct decision of the expert, and in case of repeated measurement of two objects of examination will be characterized by the chosen confidential probability or probability of the correct solution of a commission of experts. Quality of drawing up of the ranged row by results of complexification of quality indicators in case of a single measurement of several objects of examination can be defined on the basis of aprioristic information on reliability of the decision of the expert, in case of repeated measurement is characterized by the chosen significance value or the set probability. Any decision can both be correct and wrong, therefore it is necessary to estimate the quality of decisions. The offered methods of an assessment of quality of decisions have great practical value and can be applicable in all areas where expert methods of quality control of production and services are carried out.

Keywords: control, decision, quality of decisions

Широкое применение экспертных методов контроля качества продукции и услуг в различных отраслях промышленности ставит задачу определения качества принимаемых решений по результатам контроля экспертов и экспертной комиссии.

Контроль качества продукции и услуг в основном проводится по ряду показателей. Например, качество пищевых продуктов определяется по ряду органолептических показателей, как вкус, цвет, запах и т.п. В этом случае производится комплексирование показателей качества [1–2]. Комплексирование может быть произведено по результатам измерения, как отдельного эксперта, так и экспертной комиссии, т.е. как по результатам однократного измерения показателей качества, так и по результатам многократного измерения. По результатам комплексирования возможны решения вида: $\hat{Q}_1 < \hat{Q}_2$ – в случае однократного изме-

рения двух объектов экспертизы, $\hat{Q}_1 < \hat{Q}_2$, $\hat{Q}_1 > \hat{Q}_2, \dots, \hat{Q}_1 < \hat{Q}_2$ – в случае многократного измерения двух объектов экспертизы и ранжированный ряд $\hat{Q}_1 < \hat{Q}_2 < \hat{Q}_3 < \hat{Q}_4, \dots$, $\hat{Q}_i < \hat{Q}_j < \dots < \hat{Q}_n$ – в случае многократного измерения нескольких объектов экспертизы, где \hat{Q}_i – комплексный показатель качества i -го объекта экспертизы.

Целью данного исследования является определение качества принимаемых решений по результатам комплексирования показателей качества.

Метод исследования – аналитический.

Результаты исследования. При комплексировании показателей качества производится математическое действие с показателями качества. В общем случае ре-

зультат комплексирования определяется по формуле:

$$\hat{Q} = f(Q_1, Q_2, \dots, Q_i, \dots, Q_m). \quad (1)$$

При допущении, что единичные показатели независимы, стандартное отклонение результата комплексирования $S(\hat{Q})$ можно вычислить по формуле:

$$S(\hat{Q}) = \sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{df}{dQ_i} \right)^2 S^2(Q_i)}. \quad (2)$$

В случае однократного измерения двух объектов экспертизы стандартные отклонения результатов комплексирования равны между собой, так как равны между собой стандартные отклонения результатов измерения единичных показателей качества. Следовательно, качество решения по результатам комплексирования вида $\hat{Q}_1 < \hat{Q}_2$ независимо от способа получения комплексных показателей характеризуется значимостью различия между ними и зависит от значимости различия между единичными показателями качества, которые могут быть определены на основе априорной информации о вероятности правильного решения эксперта. Следовательно, показателем качества решения по результатам комплексирования вида $\hat{Q}_1 < \hat{Q}_2$ будет вероятность правильного решения эксперта P_3 .

Естественно, что априорная вероятность правильного решения эксперта не должна быть ниже некоторого предельно допустимого значения $P_{\text{доп}}$.

В случае многократного измерения двух объектов экспертизы стандартные отклонения нескольких однократных решений по результатам комплексирования $\hat{Q}_1 < \hat{Q}_2$, $\hat{Q}_1 > \hat{Q}_2$, ..., $\hat{Q}_1 < \hat{Q}_2$ можно вычислить по формуле (2), и по критерию Фишера [1-2] найти значимость их различия. В этом случае качество однократных решений по результатам комплексирования будет характеризоваться выбранной доверительной вероятностью. Или же можно определить вероятность правильного составления ранжированного ряда экспертной комиссией, которая будет равна:

$$P = \prod_{i=1}^l P_{\text{ски}} = P_{\text{ск}}^l, \quad (3)$$

где $P_{\text{ски}}$ – вероятность правильного i -го решения экспертной комиссией; $P_{\text{ск}}$ – вероятность правильного решения экспертной комиссией; l – количество принимаемых решений экспертной комиссией.

Следовательно, качество нескольких однократных решений может характеризоваться выбранной доверительной вероятностью или же вероятностью правильного решения экспертной комиссией.

Для проверки правильности составления ранжированного ряда (принятия решения) можно воспользоваться различными критериями, разработанными в теории экспертных методов измерений. К числу таких критериев относятся:

- критерий для особого объекта, когда какой-то объект особенно интересен в эксперименте парных сравнений;
- критерий для проверки эквивалентности двух особых объектов;
- критерий для наибольшего значения («победителя»);
- общий критерий эквивалентности;
- метод наименьшей значимой разности;
- критерий множественного сравнения для размахов;
- метод суждения о контрастах значений [3].

Обзор этих критериев показывает, что для проверки правильности составления ранжированного ряда наиболее подходит общий критерий эквивалентности в сочетании со следующими критериями:

- метод наименьшей значимой разности;
- критерий для проверки эквивалентности двух особых объектов;
- критерий множественного сравнения для размахов;
- метод суждений о контрастах значений.

При проверке правильности составления ранжированного ряда (принятия решения) сначала по общему критерию эквивалентности необходимо определить значимость различия между членами ранжированного ряда. Если есть значимое различие между членами ранжированного ряда, то следует проверять значимость различия между каждыми двумя соседними членами ранжированного ряда.

Общий критерий эквивалентности аналогичен F-критерию. Выдвигаются две гипотезы.

Нулевая гипотеза:

$$H_0 : \bar{P}_i = \frac{1}{m-1} \sum_{j=1}^m P_{ij} = \frac{1}{2}$$

– средние вероятности предпочтения i -го объекта перед j -м равны между собой, кроме $j = i$.

Альтернативная гипотеза: $H_a : \bar{P}_i \neq \frac{1}{2}$ – не все средние вероятности предпочтения равны между собой.

Для проверки нулевой гипотезы выбирают желаемый уровень значимости α . При

небольших экспериментах находят сумму квадратов рангов $\sum G_{ij}^2$ и сравнивают с критическим значением по таблице критических значений для суммы квадратов очков $\sum_{i=1}^m G_{ij}^2$.

Для больших экспериментов находят величину

$$D_n = \frac{4}{nm} \left[\sum_{i=1}^m G_{ij}^2 - \frac{1}{4} mn^2 (m-1)^2 \right]$$

и сравнивают ее с верхней критической точкой уровня α χ^2 – распределения с $(m-1)$ степенями свободы. Если наблюдаемое значение $\sum G_{ij}^2$ или D_n больше критического значения, то нулевая гипотеза отклоняется в пользу альтернативной, т.е. не все средние вероятности предпочтения равны между собой [3].

В этом случае возникает необходимость проверки значимости различия между двумя соседними членами ранжированного ряда. Для этого можно воспользоваться критерием для проверки эквивалентности двух особых объектов или методом наименьшей разности, методом суждения о контрастах значений. Суть этих критериев состоит в проверке значимости различия между двумя объектами. Выдвигаются две гипотезы:

нулевая: $H_0 : G_1 = G_2$ – объекты равнозначны;

альтернативная: $H_a = G_1 \neq G_2$ – объекты неравнозначны.

Для проверки нулевой гипотезы по критерию для проверки эквивалентности двух особых объектов выбирают желаемый уровень значимости α и находят величину m_c , наименьшее целое значение числа m , для которого $P(|G_1 - G_2| \geq m)$ не превосходит α . Величину m_c находят по таблице критических значений для разности между очками двух заранее заданных объектов при малом объеме выборки [3]. При больших объемах m_c находят по следующим формулам:

– $m_c \geq 2,33\sigma + 0,5$ при уровне значимости $\alpha = 0,01$;

– $m_c \geq 1,64\sigma + 0,5$ при уровне значимости $\alpha = 0,05$,

где $\sigma = \left(\frac{1}{2} nm \right)^{1/2}$.

Если $|G_1 - G_2| \geq m_c$, то принимают альтернативную гипотезу.

$$P\left[\text{range} G_i \geq R_{\beta(\alpha)} \right] = \beta \leq \alpha < P\left[\text{range} G_i \geq R_{\beta(\alpha)} - 1 \right], \quad (4)$$

Метод наименьшей значимой разности заключается в следующем. Находят критическое значение m_c двустороннего критерия для двух особых объектов, как при проверке эквивалентности, и считают, что объекты значимо различаются, если каждая пара значений отличается на m_c или больше. Величину m_c также находят по таблице критических значений для разности между очками двух заранее заданных объектов при малом объеме выборки для двустороннего критерия [4]. При больших объемах m_c для двустороннего критерия находят по следующим формулам:

– $m_c \geq 2,56\sigma + 0,5$ при уровне значимости $\alpha = 0,01$;

– $m_c \geq 1,96\sigma + 0,5$ при уровне значимости $\alpha = 0,05$.

При проверке значимости различия между двумя объектами методом суждения о контрастах значений выбирают два любых члена ранжированного ряда и определяют их разность – контраст:

$$\left(\sum_{i=1}^n G_i - \sum_{l=1}^n G_l \right),$$

где $\sum_{i=1}^n G_{ij}$, $\sum_{i=1}^n G_{li}$ – сумма рангов, проставленных всеми экспертами j -му и l -му члену ранжированного ряда, соответственно; n – количество экспертов.

Далее вычисляют величины:

$$1) R^2 = 4 \left(\sum_{i=1}^n G_i - \sum_{i=1}^n G_l \right)^2 / (nm);$$

$$2) \Psi = \sum_{j=1}^r L_j,$$

где r – количество одновременно сравниваемых членов ранжированного ряда; $L_j = 1$;

$$3) \Psi D_{n,c}$$

При сравнении двух членов ранжированного ряда $r = 2$.

Величина $D_{n,c}$ соответствует верхней критической точке уровня α χ^2 – распределения с $(m-1)$ степенями свободы. Если $R^2 \geq \Psi D_{n,c}$, то контраст считается значимым [5].

Критерий множественного сравнения для размахов был предложен Тьюки и основан на размахе значений, полученных для m объектов.

Выбирают желаемый уровень значимости α . Находят положительное целое число $R_{\beta(\alpha)}$, такое, что

где вероятности вычисляются при условии выполнения нулевой гипотезы о равенстве сравниваемых объектов. При небольших экспериментах для получения $R_{\beta(\alpha)}$ необходимо воспользоваться таблицей критических значений $R_{\beta(\alpha)}$ для множественного критерия сравнения размахов. При больших экспериментах находят верхнюю критическую точку уровня α $W_{t,\alpha}$ [6]. И находят некоторую величину R^* из уравнения

$$W_{m,\alpha} = \left(2R^* - \frac{1}{2}\right)(nm)^{-\frac{1}{2}}.$$

Если R^+ – наименьшее целое число, равное или большее, чем R^* , превышает $n(m-1) - \frac{1}{2}n$, то из уравнения (4) получают β и $R_{\beta(\alpha)}$. В противном случае полагают, что $R_{\beta(\alpha)} = R^*$. Любая парная разность, равная или большая, чем $R_{\beta(\alpha)}$, считается значимой.

Таким образом, качество результата измерения в виде ранжированного ряда может характеризоваться выбранным уровнем значимости или заданной вероятностью при применении критериев математической статистики.

Выводы

Следовательно, качество решения по результатам комплексирования в случае однократного измерения двух объектов экспертизы характеризуется вероятностью правильного решения эксперта, а в случае многократного измерения двух объектов экспертизы будет характеризоваться выбранной доверительной вероятностью. Качество составления ранжированного ряда по результатам комплексирования в случае однократного измерения может быть определено на основе априорной информации о достоверности решения эксперта, в случае многократного измерения характеризуется выбранным уровнем значимости или заданной вероятностью.

Список литературы

1. Дэвид Г. Метод парных сравнений: пер. с англ. Н. Космарской и Д. Шмерлинга / под ред. Ю. Адлера. – М.: Статистика, 1978. – 144 с.
2. Хамханова Д.Н. Основы квалиметрии: учеб. пособие. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2003. – 144 с.
3. Шишкин И.Ф., Станякин В.М. Квалиметрия и управление качеством: учебник для вузов. – М.: Изд-во ВЗПИ, 1992. – 253 с.
4. Federer W.T. (1955). *Experimental Design*. New York: Macmillan.
5. Scheffé H. (1953). A method for judging all contrasts in the analysis of variance. *Biometrika*, 40, 87-104.
6. Starks T. and David N.A. (1961). Significance tests for paired comparison experiments. *Biometrika*. 48, 95-108.

References

1. David G. Method of pair comparisons: trans. from English N. Kosmarskoi and D. Shmerling / under the editorship of U. Adler. M: Statistics, 1978. 144 p.
2. Hamkhanova D. N. *Kvalimetriya bases: studies. grant*. Ulan-Ude: Publishing house VSGTU, 2003. 144 p.
3. Shishkin I.F., Stanyakin V. M. *Kvalimetriya and quality management: the textbook for higher education institutions*. M: VZPI publishing house, 1992. 253 p.
4. Federer W.T. (1955). *Experimental Design*. New York: Macmillan.
5. Scheffé H. (1953). A method for judging all contrasts in the analysis of variance. *Biometrika*, 40, 87-104.
6. Starks T. and David N.A. (1961). Significance tests for paired comparison experiments. *Biometrika*. 48, 95-108.

Рецензенты:

Данилов М.Б., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Технология мясных и консервированных продуктов» Восточно-Сибирского государственного университета технологии и управления, г. Улан-Удэ;

Хамнаева Н.И., д.т.н., профессор, заведующая кафедрой «Социальный и технологический сервис» Восточно-Сибирского государственного университета технологии и управления, г. Улан-Удэ.

Работа поступила в редакцию 03.09.2012.