Ломакин М.И., Глушакова Е.В., Квасницкий В.Н. Оценка качества продукции при известном распределении уровня качества продукции и неизвестном распределении требований к нему [Электронный ресурс] // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования: Научный интернет-журнал. 2014. – №.6 (22). Режим доступа http://iea.gostinfo.ru/files/2014_06/2014_06_16.pdf

УДК 004.05

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ПРИ ИЗВЕСТНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ УРОВНЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ И НЕИЗВЕСТНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ТРЕБОВАНИЙ К НЕМУ

Ломакин М.И., заместитель генерального директора ФГУП «Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия» (ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»), д-р экон. наук, профессор

Глушакова Е.В., соискатель ФГУП «Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия» (ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»),

Квасницкий В.Н., советник директора ФГУП «Научно-исследовательский центр информатики при Министерстве иностранных дел Российской Федерации» (ФГУП «НИЦИ при МИД РФ»), д-р техн. наук, профессор

Рассмотрена модель оценки качества продукции для случая, когда известно распределение уровня качества продукции, а распределение требований к нему неизвестно; предложена общая схема оценки качества продукции.

Ключевые слова: потребитель, качество, система, менеджмент, стандарт.

UDC 004.05

ASSESSMENT OF QUALITY PRODUCTS FOR A KNOWN DISTRIBUTION OF LEVEL OF QUALITY PRODUCTS AND AN UNKNOWN DISTRIBUTION REQUIREMENTS

Lomakin M.I., Deputy General Director FGUP «Russian Research and Development Information Center on Standartization, Metrology and Compliance Check» (FGUP «STANDARTINFORM»), Dr., Professor

Glushakova E.V., applicant FGUP «Russian Research and Development Information Center on Standartization, Metrology and Compliance Check» (FGUP «STANDARTINFORM»),

Kvasnitsky V. N., Advisor to the Director FSUE «Research and development Center of Informatics by the Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation» FSUE «NICI of MFA RF», Dr., Professor

We considered a model of the quality process for the case when we know the distribution of the level of product quality, and distribution requirements are unknown; the proposed general scheme for assessing the quality of the products.

Keywords*:* consumer, quality, system, management, standard.

Оценка качества продукции проводится, как правило, на основе концепции пригодности, в рамках которой качественной считается та продукция, интегральный уровень качества (или интегральное качество) которой не ниже заданного (требуемого или прогнозируемого) или комплексные показатели качества (на соответствующем уровне иерархии показателей, определяющих качество продукции) не ниже заданных [1-12]. Продукция считается качественной, если выполняется неравенство:

$$\mathrm{IP} \geq \mathrm{IP}_{з}, \tag{1}$$

где IP – определенный уровень качества продукции;

$\mathrm{IP}_з$ - заданный уровень качества продукции.

Если величины IP и $\mathrm{IP}_з$ являются детерминированными и полностью определенными (определяемыми) несложно выполнить оценку качества продукции, однако данная оценка будет весьма приближенной (а зачастую и ошибочной). Это определяется рядом тем, что результаты экспертных оценок единичных показателей и их весовых коэффициентов с большой «натяжкой» можно считать детерминированными величинами до проведения процедуры оценивания, аналогично обстоит дело и с определением заданного (требуемого) уровня качества продукции.

Более общим случаем модели оценки качества продукции является случай, когда величины IP, $IP_з$ не являются детерминированным, а являются случайными величинами.

В ряде случаев распределение уровня качества продукции является известным или может быть достаточно точно (установлено) определено, а распределение требований к уровню качества неизвестно.

Пусть F(t) – известная функция распределения уровня качества продукции, а распределение требований к уровню качества продукции G(t) представлено выборкой выборка значений требований к уровню качества продукции:

$ipz = (ipz_1, ipz_2, ..., ipz_m)$.

Задача состоит в том, чтобы на основе этих данных найти оценку качества продукции.

Определим множество G_v как множество всех возможных функций распределения G(t), из которых может быть получена выборка ipz, т.е. множество функций распределения G_v определим в виде:

$$G_v = \{G(t) : G^{-1}(\omega_i) = ipz_i\}.$$

Здесь

$$G^{-1}(\omega_i)=ipz_i$$

есть решение уравнения

$$G(ipz_i) = \omega_i,$$

В последнем соотношении ω_i равномерно распределенная случайная величина на [0,1].

Найдем оценки моментов распределения случайной величины $IP_з$ в соответствии с соотношениями

$$m_j = \frac{1}{q}\sum_{i=1}^{q} ipz_i^j . \tag{2}$$

Определим множество G_0 как множество произвольных функций распределения G(t) с заданными фиксированными моментами, равными моментам распределения случайной величины $IP_з$ (соотношение (2) в виде:

$$G_0 = \{G(t) : \int_0^\infty t^i dG(t) = m_i ; i = 1,2...,q\} \tag{3}$$

Далее можно перейти к задаче определения нижней и верхней оценки величины вероятности того, что уровень качества продукции, рассматриваемый как случайная величина, будет не ниже уровня требований к нему, т.е. на множестве произвольных распределений с заданными фиксированными моментами найти нижние и верхние оценки вероятности P ($IP > IP_з$), т.е. найти

$$IPK_н = P_н(IP > IP_з) = \min_{G(t)\in G_0} P(IP > IP_з) . \tag{4}$$

$$IPK_в = P_в(IP > IP_з) = \max_{G(t)\in G_0} P(IP > IP_з) . \tag{5}$$

Рассмотрим первую задачу. Имеем

$$IPK = \iint_W \varphi(x,y)\ dxdy = \int_0^\infty f(t)(\int_t^\infty g(s)ds)dt = \int_0^\infty G(t)dF(t). \tag{6}$$

Преобразуем выражение (4) с учетом выражения (6), получим

$$IPK_н \;=\; P_н(IP > IP_з) = \min_{G(t)\in G_0} \int\limits_0^{\infty} G(t)dF(t)\,. \qquad (7)$$

Или

$$IPK_н \;=\; P_н(IP > IP_з) = 1 - \max_{G(t)\in G_0} \int\limits_0^{\infty} F(t)dG(t)\,. \qquad (8)$$

Далее воспользуемся следующим результатом. Утверждение. «Минимум (максимум) функционала

$$\varphi = \int \; F(t)dG(t)$$

на множестве функций распределения G_0 при непрерывной подинтегральной функции F(t), имеющей k+1 неотрицательную производную, достигается в классе ступенчатых распределений [3]», отвечающих условиям:

«при $G(t) \in G_0$ достигается на единственном ступенчатом распределении G(t), у которого среди точек роста $t_1, t_2,\ldots,t_v$ имеет точка τ;

при нечетном k число точек роста v функции распределения G(t) определяется соотношением $v = (k + 3)/2$, причем $t_0 = 0 < t_1 < t_2 < \ldots < t_v < \infty$;

при четном k число точек роста v функции распределения G(t) определяется соотношением $v = k/2 + 1$, причем $0 < t_1 < t_2 < \ldots < t_v < \infty$;

числа $p_j > 0$, t_j, $j = 1,2,...,v$ удовлетворяют следующей системе уравнений»

[11,12]

$$m_i = \sum_{j=1}^{v} t_j^i p_j; \quad i = 0,1,...,k; \quad m_0 = 1;$$

Нахождение конкретных значений экстремума функционала φ по утверждению М.Г.Крейна и А.А.Нудельмана представляет собой сложную проблему. Достаточно сказать, что в основном исследован случай, когда F(t) = 1.

Пусть функция распределения имеет неотрицательную k + 1 производную. Это справедливо, например, для экспоненциального распределения

$$F(t) = 1 - \exp(-\delta\, t),$$

для которого каждая нечетная производная неотрицательна.

Пусть известны первые два момента k =2 распределения G(t), третья производная от функции распределения F(t) будет равна

$$\frac{d^3(F(t))}{dt^3} = f'''(t) = \delta^3 \exp(-\delta t),$$

которая, очевидно, неотрицательна, тогда можно записать

$$IPK_н = = 1 - \max_{G(t)\in G_0} \int_0^\infty F(t)dG(t) = \min \sum_{i=1}^{2} g_i \Delta F(t_{i+1}, t_i)\,. \qquad (8)$$

В последнем соотношении:

http://iea.gostinfo.ru/files/2014_06/2014_06_16.pdf.

$$g_i = p_i; \qquad \Delta F(t_{i+1}, t_i) = F(t_{i+1}) - F(t_i).$$

В итоге приходим к следующей задаче: найти нижнюю оценку следующего функционала

$$\mathrm{IPK}_{0н} = \min\bigl(p_1(F(t_2) - F(t_1)\bigr) + 1 - F(t_2)) \tag{9}$$

при условиях:

$$p_1 + p_2 = 1; \tag{10}$$

$$p_1 t_1 + p_2 t_2 = m_1; \tag{11}$$

$$p_1 t_1^2 + p_2 t_2^2 = m_2; \tag{12}$$

$$0 \le t_1 \le t_2; \tag{13}$$

$$p_1, p_2 \ge 0. \tag{14}$$

Для второй задачи, определяемой соотношением (5), рассуждая аналогично, можно прийти к следующей задаче: найти верхнюю оценку следующего функционала

$$\mathrm{IPK}_{0в} = \max\bigl(p_1(F(t_2) - F(t_1)\bigr) + 1 - F(t_2)) \tag{15}$$

при условиях:

$$p_1 + p_2 = 1; \tag{16}$$

$$p_1 t_1 + p_2 t_2 = m_1; \tag{17}$$

$$p_1 t_1^2 + p_2 t_2^2 = m_2; \tag{18}$$

$$0 \le t_1 \le t_2; \tag{19}$$

$$p_1, p_2 \ge 0. \tag{20}$$

Задачи, определяемые соотношениями (9) – (20), относится к числу задач многомерного нелинейного программирования, которые могут быть сведены к задаче одномерного нелинейного программирования. Для этого из системы уравнений (9) – (14) необходимо выразить все переменные, например, через t_1, получим:

$$p_1 = \frac{m_2 - {m_1}^2}{m_2 - 2m_1 t_1 + t_1^2};$$

$$p_2 = 1 - p_1;$$

$$t_2 = \frac{m_1 - p_1 t_1}{p_2}.$$

Далее подставляя последние соотношения в выражения (9) и (15) решаем задачи одномерного нелинейного программирования.

Окончательную (точечную) оценку интегрального показателя качества находим с помощью «правила золотого сечения».

Дальнейшее развитие методов оценки качества продукции состоит в рассмотрении ситуации, когда наличие скрытого потребителя приводит к тому, что вместо точных оценок моментов, в нашем распоряжении могут быть оценки моментов с точностью до интервальных значений, т.е.

$$m_1 \in [\, m_{1н}, m_{1в}]; \qquad (21)$$

$$m_2 \in [\, m_{2н}, m_{2в}]. \qquad (22)$$

http://iea.gostinfo.ru/files/2014_06/2014_06_16.pdf.

Тогда приходим к задачам определения оценки качества продукции с моментами требований к качеству, заданными до интервальных значений.

Первая задача. Найти нижнюю оценку качества продукции на множестве моментов, заданных соотношениями (21), (22), т.е. найти:

$$\mathrm{IPK}_{0н} = \min\left(p_1(F(t_2) - F(t_1)\right) + 1 - F(t_2)) \tag{23}$$

при условиях:

$$p_1 + p_2 = 1; \tag{24}$$

$$m_{1н} \le p_1 t_1 + p_2 t_2 \le m_{1в}; \tag{25}$$

$$m_{2н} \le p_1 t_1^2 + p_2 t_2^2 \le m_{2в}; \tag{26}$$

$$0 \le t_1 \le t_2; \tag{27}$$

$$p_1, p_2 \ge 0. \tag{28}$$

Вторая задача. Найти верхнюю оценку качества продукции на множестве моментов, заданных соотношениями (21), (22), т.е. найти:

$$\mathrm{IPK}_{0в} = \max\left(p_1(F(t_2) - F(t_1)\right) + 1 - F(t_2)) \tag{29}$$

при условиях:

$$p_1 + p_2 = 1; \tag{30}$$

$$m_{1н} \le p_1 t_1 + p_2 t_2 \le m_{1в}; \tag{31}$$

$$m_{2н} \leq p_1 t_1^2 + p_2 t_2^2 \leq m_{2в}. \qquad (32)$$

$$0 \leq t_1 \leq t_2; \qquad (33)$$

$$p_1, p_2 \geq 0. \qquad (34)$$

Задачи, определяемые соотношениями (23) – (34), относятся к также числу задач многомерного нелинейного программирования, которые могут быть сведены к задаче одномерного нелинейного программирования.

Окончательную (точечную) оценку интегрального показателя качества находим с помощью «правила золотого сечения».

Список использованных источников и литературы:

1. Бураков В.В. Управление качеством программных средств. – Спб.: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения. 2009.
2. Кане М.М., Суслов А.Г., Горленко О.А., Иванов Б.В. Управление качеством продукции машиностроения. – М.: Машиностроение, 2010.
3. Крейн М.Г., Нудельман А.А. Проблема моментов Маркова и экстремальные задачи. – М.: Наука, 1973.
4. Коровайцев А.А., Ломакин М.И., Докукин А.В. Социально-экономические аспекты распространения стандартов // Стандарты и качество. 2014. №1(918). С.42-47.
5. Ломакин М.И. Экономические механизмы развития информационной инфраструктуры предприятия // Транспортное дело России. 2011. №4. С.84-87.
6. Ломакин М.И., Докукин А.В., Коровайцев А.А. Нормативно-правовое регулирование распространения стандартов на платной основе современное состояние // Стандарты и качество. 2013. №12 (918). С 36-39.
7. Ломакин М.И., Миронов А.Н., Шестопалова О.Л. Многомодельная обработка измерительной информации в интеллектуальных системах прогнозирования надежности космических средств // Измерительная техника. 2014. № 1. С.8-13.
8. Ломакин М.И., Ниязов Р.А. Оценка инновационного потенциала сотрудника проектной группы предприятия // Наука и бизнес: пути развития, 2013. – № 11(29). – С. 95-99.

9. Межгосударственный стандарт ГОСТ 28195-89. Оценка качества программных средств. Общие положения. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
10. Межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 9000-2011. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. - М.: Стандартинформ, 2013.
11. Korovaitsev A.A, Lomakin M.I., Dokukin A.V. Evaluation of metrological reliability of measuring instruments under the conditions of incomplete data. Measurement Techniques. 2014. Т 56. № 10. С.1111-1116.
12. Lomakin M.I. Guaranteed bounds on failfree operations probability in the class of distributions with fixed moments // Автоматика и телемеханика. 1991. № 1. С. 154-161.