

УДК 006
ВЫБОР ДОПУСТИМОЙ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО
ПРИЕМОЧНОГО КОНТРОЛЯ НА ОСНОВЕ ОЦЕНИВАНИЯ РИСКОВ

З. Ю. ТРЕТЬЯК
УО «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА»
Гомель, Беларусь

Важную роль в управлении качеством серийно выпускаемой продукции занимает контроль качества. Только на основании результатов контроля изготовитель вправе уверенно судить о качестве и безопасности продукции, поставляемой им на потребительский рынок. Критериями качества процессов контроля продукции являются показатели достоверности или вероятности ошибок контроля. Действительно, идеальное решение задачи контроля состоит в том, чтобы пропустить все изделия, которые удовлетворяют заданным нормам на параметры их качества, и не пропустить негодные по этим параметрам изделия. Объект считают годным по контролируемому параметру ξ , если соблюдается условие $LSL \geq \xi_{изм} \geq USL$, где ξ – действительное значение контролируемого показателя качества объекта, USL – наименьшее предельное значение, LSL – наибольшее предельное значение. На стадии измерительного контроля, значение терминов "соответствует требованиям" и "не соответствует требованиям" усложняется существующей неопределенностью измерения, что приводит к появлению риска изготовителя $R_{изг}$ – признание (по результатам контроля) в действительности годного изделия негодным (дефектным) и риска потребителя $R_{потр}$ – признание в действительности негодного изделия годным. Средние риски потребителя и изготовителя вычисляются при известных законах распределения неопределенности измерения и технологического рассеяния контролируемого параметра.

Измерительный приемочный контроль серийно выпускаемой продукции может проводиться как изготовителем продукции при проведении проверки качества в процессе изготовления продукции и выявлении дефектов, брака в готовой продукции, так и независимой аккредитованной лабораторией при проведении квалификационных, сертификационных испытаний.

Выбор допустимой погрешности измерений является одной из важнейших задач проектирования методики измерительного контроля. Традиционно для случая приемочного контроля объекта по заданному параметру, если заданы два его предельных значения, за допустимую погрешность измерений традиционно принимают такую, которая не превышает 1/3 части допуска (Т) параметра [1]:

$$[\Delta] \leq T/3, \quad (1)$$

где $[\Delta]$ – пренебрежимо малая неопределенность измерений, которую принимают за предел допустимой погрешности измерений; T – допуск параметра, равный разности между двумя его нормированными предельными значениями $T = USL - LSL$.

Формулы для расчета средних рисков изготовителя и потребителя предложены Рубичевым и Фрумкиным [2]:

$$R_{\text{потр}} = 1 - \frac{\int_{-\infty}^{USL} \int_{LSL}^{USL} k(\xi) q(\xi_{u3M} - \xi) dy d\xi}{\int_{-\infty}^{USL} \int_{LSL}^{USL} k(\xi) q(\xi_{u3M} - \xi) d\xi_{u3M} d\xi}; \quad R_{\text{изг}} = 1 - \frac{\int_{LSL}^{USL} \int_{LSL}^{USL} k(\xi) q(\xi_{u3M} - \xi) d\xi_{u3M} d\xi}{\int_{LSL}^{USL} k(\xi) d\xi}, \quad (2)$$

где k – плотность вероятности контролируемого параметра; ξ – значение контролируемого параметра; q – плотность вероятности неопределенности измерения; ξ_{u3M} – конкретное значение результата измерения для данного экземпляра изделия, для которого рассчитывается индивидуальный риск.

Для проведения расчетов доверительная граница неопределенности измерений принята равной предельно допустимой погрешности измерений $[\Delta] = T/3$. Вид функции распределения технологического рассеяния контролируемого параметра, а также значений её оценок – математического ожидания и дисперсии обуславливаются характером производства контролируемых изделий, точностью и стабильностью технологических операций и т.п. Данные расчеты производились для нормального, равновероятного, треугольного и трапециевидного распределений (с отношением оснований, верхнего к нижнему, $\beta = 1/2; 1/3; 2/3$) технологического рассеяния контролируемого параметра. Выбор распределений, качественно характеризующих неопределенность измерений (случайная составляющая результата измерений – аналог случайной составляющей погрешности измерений), обусловлен рекомендацией руководства по применению СТБ ИСО/МЭК 17025 «Оценка неопределенности в измерениях». Предложенные там аппроксимации включают следующие распределения: нормальное (Гаусса), равновероятное (прямоугольное), треугольное (Симпсона), трапециевидное и U-образное (арксинуса). Поле рассеяния контролируемого параметра ω принимается равным полю допуска с уровнем доверительной вероятности $P = 0,99$, $T = \omega_p$. Результаты расчетов для средних рисков изготовителя и потребителя представлены в табл. 1.

Результаты расчетов показывают, что для выбора допустимой погрешности контроля в большинстве тривиальных случаев можно использовать общепринятое отношение (1) допустимой погрешности измерений и допуска контролируемого параметра.

Табл. 1. Значения средних рисков изготовителя и потребителя при $P = 0,99$

Распределение неопределенности	Распределение контролируемого параметра					
	равновероятное	нормальное	треугольное	трапециевидное с отношением оснований		
				$\beta = 2/3$	$\beta = 1/2$	$\beta = 1/3$
Риск изготовителя $R_{изг.} \%$						
Нормальное	4,65	0,55	1,45	2,26	1,81	1,62
Треугольное	5,56	0,75	1,75	2,80	2,18	1,92
Трапециевидное $\beta = 1/3$	6,02	0,83	1,92	3,07	2,39	2,11
Трапециевидное $\beta = 1/2$	6,48	0,91	2,01	3,39	2,63	2,31
Трапециевидное $\beta = 2/3$	7,04	1,03	2,95	3,43	2,95	2,59
Равновероятное	8,33	1,36	3,01	4,91	3,80	3,32
U-образное (арксинуса)	10,61	1,97	4,17	9,43	5,31	4,61
Риск потребителя $R_{потр.} \%$						
Нормальное	0,50	0,22	0,37	0,39	0,37	0,37
Треугольное	0,51	0,25	0,37	0,41	0,39	0,20
Трапециевидное $\beta = 1/3$	0,51	0,27	0,41	0,43	0,41	0,21
Трапециевидное $\beta = 1/2$	0,51	0,29	0,42	0,44	0,41	0,21
Трапециевидное $\beta = 2/3$	0,52	0,30	0,43	0,44	0,42	0,22
Равновероятное	0,55	0,33	0,44	0,46	0,44	0,44
U-образное (арксинуса)	0,55	0,37	0,47	0,48	0,46	0,47

Для изготовителя продукции, если определённые из таблиц риски превышают установленный приемлемый уровень, можно предложить следующие мероприятия, базирующиеся на предварительном проведении экспериментальных исследований: выбрать другое технологическое оборудование и, тем самым, изменить параметры технологического процесса; установить погрешность измерительного контроля меньшую, чем предельно допустимая ($[\Delta] < T/3$), соответствующую приемлемым уровням рисков, и обеспечить ее соблюдение, для чего разработать более точную методику измерений, при невозможности применить более точную методику измерительного контроля выбрать методику с более удачной аппроксимацией распределения неопределенности.

При проведении контроля продукции в независимых аккредитованных испытательных лабораториях на контроль поступает малая выборка образцов и неизвестна априорная информация о технологическом рассея-

нии контролируемого параметра, приходится ориентироваться на наихудший случай. Анализ результатов расчетов, приведенных в табл. 1, показывает, что наихудшим видом распределения контролируемого параметра является равновероятное. В случае равновероятного распределения контролируемого параметра риск принять по результатам контроля в действительности годное изделие негодным достигает $R_{изг} = 10,61 \%$ при U-образном распределении неопределенности, $R_{изг} = 8,33 \%$ при равновероятном распределении неопределенности и превышает 5 % для всех исследуемых распределений неопределенности, кроме нормального. При нормальном распределении неопределенности $R_{изг} = 4,65 \%$. Следовательно, для снижения вероятности ошибок контроля, испытательной лабораторией следует применять методику измерительного контроля, обеспечивающую нормальное распределение неопределенности измерений или устанавливать погрешность измерительного контроля меньшую, чем предельно допустимая ($[\Delta] < T/3$).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Цитович, Б. В.** Выбор методик выполнения измерений для исследования точности технологических процессов / Б. В. Цитович // Наука и технологии на рубеже XXI века: материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Минск : Технопринт. – 2000. – С. 499–504.
2. **Рубичев, Н. А.** Достоверность допускового контроля качества / Н. А. Рубичев, В. Д. Фрумкин. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 172 с.

E-mail: tretzarina@ya.ru