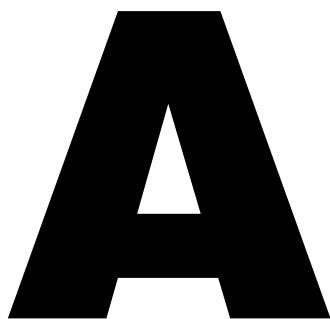


Выбор модели погрешности измерений при оценке достоверности результатов измерительного контроля

Экспериментально подтверждена целесообразность использования при разработке эффективных методик контроля (испытаний) продукции модели погрешности выполняемых при контроле измерений в виде равномерно распределенной случайной величины



С.Б. Данилевич

профессор Академии стандартизации, метрологии и сертификации (Новосибирский филиал), профессор Новосибирского государственного технического университета, действительный член Академии проблем качества, г. Новосибирск, ser-danilevich@yandex.ru, д-р техн. наук

С.В. Рубан

доцент Академии стандартизации, метрологии и сертификации (Новосибирский филиал), г. Новосибирск

ключевые слова

многопараметрический контроль, испытания, имитационное моделирование, модель погрешности измерений, риски заказчика и производителя, вероятность ошибки второго рода

Аттестованные и рекомендованные к применению методики контроля и испытаний продукции должны обеспечивать получение результатов контроля (испытаний) с необходимой достоверностью (то есть с требуемыми значениями установленных показателей достоверности). При измерительном контроле серийно выпускаемых изделий в качестве показателей достоверности контроля (испытаний) целесообразно использовать риски заказчика R_z и производителя R_n , а также вероятность ошибки контроля второго рода P_2 [1–6].

Риск заказчика R_z — вероятность того, что изделие является фактически негодным при условии, что оно было признано годным в результате контроля. Эта вероятность характеризует среднюю долю негодных изделий в партии изделий, признанных годными.

Риск производителя R_n — вероятность ошибочно забраковать при контроле годное изделие (характеризует среднюю долю ошибочно бракуемых, но фактически годных изделий среди всех поступивших на контроль).

Вероятность ошибки контроля второго рода P_2 — возможность признания годным любого поступившего на контроль фактически негодного изделия из некоторой статистически однородной партии.

Методики контроля (испытаний) должны обеспечивать достаточно малые (приемлемые для заказчика) значения R_z и P_2 . Методики могут быть разработаны аналитическим методом или методом имитационного (статистического) моделирования, который целесообразно использовать при разработке методик многопараметрического контроля (как сплошного, так и вы-

борочного) [1, 6–8]. При этом необходимо сформировать стохастические модели как объектов контроля (контролируемых параметров изделий), так и погрешностей выполняемых при контроле измерений.

При производстве продукции стараются максимально стабилизировать технологический процесс, по возможности исключив влияние дестабилизирующих факторов. Поэтому в качестве стохастических моделей контролируемых параметров серийно выпускаемых изделий обычно используют нормально распределенные случайные величины с математическим ожиданием, равным номинальному значению контролируемого параметра, и известным среднеквадратическим отклонением (СКО) σ .

В качестве модели погрешности измерений обычно используется случайная величина с равномерным распределением, но достаточного обоснования такого выбора нет. Иногда используются и другие модели. Какую модель следует выбрать для расчетов при разработке эффективной методики контроля?

В данной статье приведены результаты исследования влияния вида модели погрешности измерений на показатели достоверности сплошного контроля, полученные методом имитационного моделирования (ИМ). Расчеты выполнялись для трех моделей погрешности измерений: для равномерного, нормального и треугольного распределений. СКО погрешности измерений σ_n для всех моделей принимало значения 0,1; 0,2 и 0,3.

Предполагалось, что качество изделий определяется ста идентичными независимыми нормально распределенными параметрами. Оценки искомых

рисков вычислялись при имитации сплошного контроля большой партии изделий (2×10^6 штук). Если хотя бы один параметр из ста контролируемых выходил за границу поля допуска Δ , то изделие считалось не соответствующим требованиям («негодным»).

При моделировании процедуры измерительного контроля в качестве стохастической модели каждого параметра изделия использовалась нормально распределенная случайная величина с математическим ожиданием, равным номинальному значению параметра, при двух значениях СКО $\sigma = 0,9$ и $0,8$. Также было принято, что максимально допустимое отклонение каждого параметра изделия от его номинального значения $\Delta = 3$ ($\Delta/\sigma = 3,33$ при $\sigma = 0,9$ и $\Delta/\sigma = 3,75$ при $\sigma = 0,8$). Отметим, что при $\sigma = 0,9$ средняя доля негодных изделий среди всех выпущенных составляет $\sim 8,3\%$, а при $\sigma = 0,8$ эта доля составляет $\sim 1,8\%$.

Оценки математических ожиданий рисков R_z , R_n и P_2 , полученные методом ИМ для трех моделей погрешности измерений, приведены в таблице.

Анализ приведенных в таблице и в [8] результатов позволяет сделать следующие выводы. Если распределение погрешности выполняемых при контроле измерений симметричное и одномодальное, то для получения оценок R_z и P_2 «сверху» следует использовать модель погрешности измерений в виде равномерно распределенной (в известных границах) случайной величины. В то же время наибольшие значения оценок R_n получены для модели погрешности в виде нормально распределенной случайной величины (хотя отличие от результатов, полученных при равномерном распределении, незначительно).

С учетом сказанного, при оптимизации методики контроля по экономическому критерию согласно [9] целесообразно использовать модель погрешности выполняемых при контроле измерений в виде равномерно распределенной случайной величины. Также при разработке эффективных методик контроля для ограниченных

Таблица

Оценки математических ожиданий рисков R_z , R_n и P_2 , полученные методом ИМ

СКО параметров, σ	Вид распределения погрешности	СКО погрешности измерений, σ_n	Риск заказчика R_z , %	P_2 , %	Риск производителя R_n , %
0,9	Равномерное	0,1	1,20	13,3	1,68
		0,2	1,97	21,4	4,21
		0,3	2,49	26,1	7,96
	Нормальное	0,1	1,08	12,1	1,60
		0,2	1,80	19,6	4,16
		0,3	2,28	23,5	8,23
	Треугольное	0,1	1,14	12,5	1,62
		0,2	1,85	20,1	4,13
		0,3	2,34	24,4	8,03
0,8	Равномерное	0,1	0,29	16,5	0,50
		0,2	0,47	26,0	1,37
		0,3	0,57	31,2	2,8
	Нормальное	0,1	0,27	15,3	0,48
		0,2	0,43	23,6	1,39
		0,3	0,53	29,1	3,14
	Треугольное	0,1	0,28	15,4	0,47
		0,2	0,44	24,7	1,36
		0,3	0,53	29,2	2,91

партий изделий (менее 10^4 штук) следует использовать верхние доверительные границы показателей достоверности результатов контроля, которые могут быть найдены предложенным в [10] способом. ■

Список литературы

1. Рубичев Н.А., Фрумкин В.Д. Достоверность допускового контроля качества. — М.: Изд-во стандартов, 1990.
2. Брюханов В.А. Достоверность результатов испытаний продукции — одно из решающих условий обеспечения ее качества // Главный метролог. — 2009. — № 5.
3. Данилевич С.Б., Колесников С.С. Разработка методик эффективного контроля сложных объектов // Измерительная техника. — 2007. — № 5.
4. Данилевич С.Б. О легитимизации показателей достоверности результатов контроля и испытаний продукции // Компетентность. — 2012. — № 6.
5. Данилевич С.Б., Колесников С.С. О выборе показателей достоверности результатов контроля // Законодательная и прикладная метрология. — 2008. — № 2.
6. Данилевич С.Б. Разработка эффективных методик контроля и испытаний продукции. Монография. Новосибирский филиал АСМС. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011.
7. Данилевич С.Б., Колесников С.С., Пальчун Ю.А. Применение имитационного моделирования при аттестации методик контроля и испытаний // Измерительная техника. — 2011. — № 7.
8. Данилевич С.Б., Княжевский В.В. Влияние погрешности измерений на достоверность результатов выборочного измерительного контроля // Измерительная техника. — 2004. — № 12.
9. Данилевич С.Б., Соловьева Т.М. Оптимизация выходного измерительного контроля серийно выпускаемой продукции // Компетентность. — 2012. — № 7.
10. Данилевич С.Б. Оценка достоверности результатов контроля для ограниченных партий изделий // Измерительная техника. — 2012. — № 11.