

Главный редактор
С. С. Голубев

Редакционная коллегия:

В. И. Белоцерковский

С. И. Донченко

И. В. Емельянова

(зам. гл. редактора)

Л. К. Исаев

А. Д. Козлов

Е. П. Кривцов

В. Н. Крутиков

А. Ю. Кузин

С. В. Медведевских

А. И. Механиков

В. В. Окрепилов

В. Н. Храменков

И. А. Шайко

В. В. Швыдун

Журнал переводится
на английский язык
под названием
«Measurement
Techniques»
издательством Springer
www.springer.com/11018

Корректор М. В. Бучная
Компьютерная вёрстка С. А. Мамедова

Сдано в набор: 06.02.2019.
Подписано в печать: 28.02.2019.
Формат 60x90^{1/8}. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. п.л. 9,0. Уч.-изд. л. 11,3. Тир. 300 экз. Зак 19-03а

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-21572
от 15.07.2005.

Адрес редакции: 119361 Москва, ул. Озёрная, 46,
ФГУП «ВНИИМС»
Тел.: 8 (495) 781-48-70
e-mail: izmt@vniims.ru
www.izmt.ru

Редакция не несёт ответственности за
содержание рекламных материалов. Точка зрения
редакции может не совпадать с мнением авторов.

ООО «Типография Миттель Пресс»
127254 Москва, ул. Руставели, 14 с.6 оф.14

© Измерительная техника, 2019

CONTENTS

GENERAL PROBLEMS OF METROLOGY AND MEASUREMENT TECHNIQUES

L. V. Yurov. Optimization of the verification of the measuring instrument way of rejection method 3

International Seminar «Mathematics, statistics and computation to support measurement quality»

A. N. Bazhenov, P. A. Zatykin. Interval approach for spectral analysis. Use of recognizing functional to study of the solvability of a problem 8

S. I. Kumkov, L. Jaulin. Comparison of interval analysis methods and standard statistical ones in a problem of estimating experimental data with uncertainties 13

O. A. Popova. Using Richardson extrapolation to improve the accuracy of processing and analyzing empirical data 18

LINEAR AND ANGULAR MEASUREMENTS

A. R. Gorbushin, A. I. Kolesnikov. Three-component mathematical model of a single-axis accelerometer for measuring pitch and roll angles 23

M. F. Danilov, A. A. Savelieva. Optimization of a number of control points at coordinate measurements of shape, orientation and location characteristics of geometric elements of products 29

B. N. Markov, O. N. Melikova, S. E. Ped'. Development of algorithms and construction programs for reference circles for the analysis of circularity deviations 35

R. V. Ermakov, A. A. Seranova, A. A. L'vov, D. M. Kalikhman. Optimal estimation of precision rotary stand parameters of angular motion by maximum likelihood method .. 39

OPTICOPHYSICAL MEASUREMENTS

V. G. Getmanov, D. B. Peregoudov, V. V. Shutenko, I. I. Yashin. Method for estimating the model of the apparatus function of the muon hodoscope URAGAN based on statistical tests 45

ELECTROMAGNETIC MEASUREMENTS

V. I. Lukyanov, R. R. Shammassov. The dipole approximation of electrically small loop antenna 50

RADIO MEASUREMENTS

V. N. Semenenko, V. A. Chistyayev, A. A. Politiko, K. M. Baskov. Ultrawide measurement bench for measuring electromagnetic properties of materials in free space in a microwave range 55

IONIZING RADIATION MEASUREMENTS

V. A. Vorobev, S. Yu. Obudovskii, Yu. A. Kashchuk. The method for determining the charge collection time and the mean charge in the pulse of the ionization fission chamber 60

PHYSICOCHEMICAL MEASUREMENTS

G. P. Eroshenko, N. K. Sharuev, V. N. Sharuev, D. P. Evstafyev. Autogenerator measuring converters for electrical devices control the parameters of agricultural products 65

ECONOMIC PROBLEMS OF METROLOGY

A. P. Chirkov. Place and importance of Metrology in innovation infrastructure 70

Оптимизация поверки средств измерений способом отбраковки

Л. В. Юров

Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений, Менделеево, Московская обл., Россия, e-mail: lev@vniiftri.ru

Проанализированы методики поверки способом отбраковки с использованием статистической имитационной модели. Предложены показатели достоверности результатов поверки, обоснованы их численные значения. Обоснован способ учёта неопределённости измерений при поверке.

Ключевые слова: поверка, достоверность, подтверждение соответствия, эталон, контрольный допуск, критерий годности.

Наиболее распространённым способом поверки средств измерений (СИ) является поверка способом отбраковки [1], заключающаяся в «определении пригодности СИ к применению с забракованием тех СИ, характеристика погрешности которых превышает по абсолютному значению предел её допускаемых значений, установленный для СИ данного типа» [2]. Таким образом, в качестве контрольного допуска при подтверждении соответствия СИ служит предел погрешности, установленный для СИ данного типа. В настоящее время вопреки рекомендациям [3, 4] такой контрольный допуск используют даже при подтверждении соответствия (поверки) СИ при запасе по точности эталона (отношения метрологической характеристики, например, предела погрешности СИ $\Delta_{СИ}^{пр}$, к пределу погрешности рабочего эталона (РЭ) $\Delta_{РЭ}^{пр}$) менее 3. Например, при измерениях давления в отдельных случаях допускается применение эталонов, лишь в два раза превышающих по точности поверяемое СИ [5].

С помощью разработанной автором настоящей статьи имитационной статистической модели, имитирующей передачу единицы от государственного первичного эталона (ГПЭ) к РЭ, а от РЭ к СИ путём периодической поверки [6], получены основные статистические характеристики погрешности множества поверенных СИ. Поверка выполнена способом отбраковки и при использовании предела погрешности СИ в качестве контрольного допуска.

По результатам моделирования построены зависимости максимальной погрешности $\Delta_{СИ}^{max}$ поверенных СИ, риска заказчика R_3 (вероятности признать годным метрологически неисправное СИ [7]) и вероятности P_6 забракования поверенных СИ от коэффициента запаса по точности РЭ (рис. 1, а). Полученные оценки $\Delta_{СИ}^{max}$ согласуются с данными методики [4]. В наиболее распространённом случае, когда для СИ нормируется значение $\Delta_{СИ}^{пр}$, в диапазоне коэффициентов запаса по точности эталона $\Delta_{СИ}^{пр}/\Delta_{РЭ}^{пр} = 1,1 \dots 2,0$ значение погрешности $\Delta_{СИ}^{max}$ множества поверенных СИ существенно превышает $\Delta_{СИ}^{пр}$, а риск заказчика $R_3 \gg 5\%$. В то же время вероятность забракования СИ $P_6 \leq 5\%$ практически при любом соотношении точностей эталона и поверяемого СИ. Таким образом, в данном случае будет минимальным риск производителя – условная

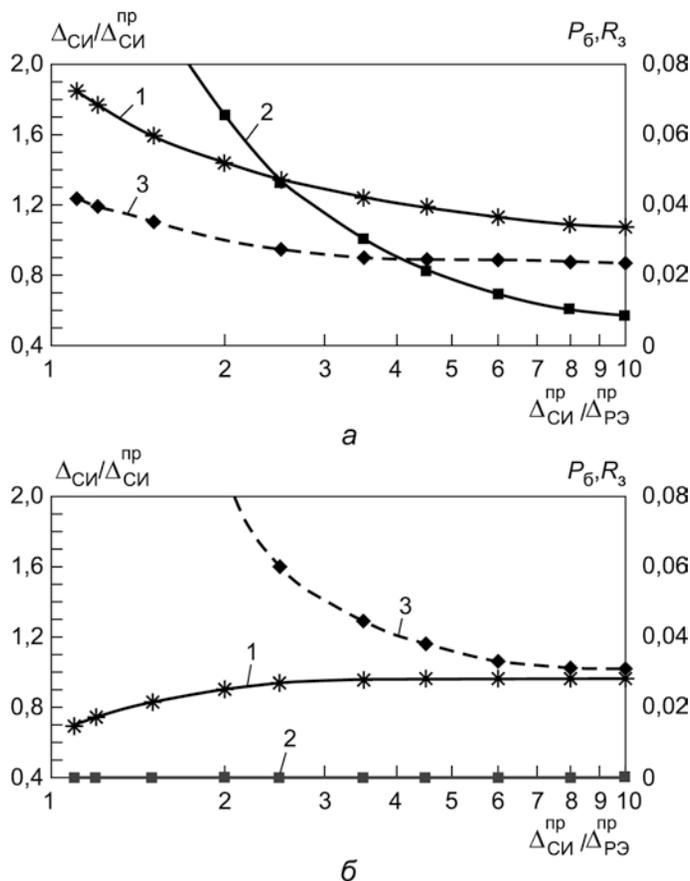


Рис. 1. Зависимости метрологических характеристик поверенных СИ от запаса по точности эталона при поверке способом отбраковки без учёта (а) и с учётом неопределённости измерения при коэффициенте охвата $k=2$ (б): 1 – максимальная погрешность; 2 – риск заказчика R_3 ; 3 – вероятность P_6 забракования СИ

вероятность того, что изделие (СИ) является фактически исправным при условии, что оно забраковано – признано негодным по результатам контроля. Этот результат получен для случая многократной поверки СИ на одном и том же РЭ.