



REDUCING TO ONE PARAMETER IN THE FORMULA TO DETERMINE THE ERRORS OF THE VALUES OF ELECTRICAL MEASURE'S CALCULATION

Igor COLESNIK

Institute of Power Engineering of the ASM

Abstract. For right choice of the devices in the determination of the values of current between the elements of the fixture it is necessary to know the respective share options (as variables) in the formation of error in determining the current value. It is proposed to shift the function of several parameters to a function of one parameter for which one can set separate limits for change each of these several parameters and also separately establish the accuracy of the measurement of this parameter. Studies were carried out on the values of the mathematical expectation, variance and standard deviation.

Key words: error of determination the values, mathematical expected value, dispersion, mean square deviation

REDUCEREA LA UN SINGUR PARAMETRU A EXPRESIILOR PENTRU DETERMINAREA ERORILOR LA CALCULUL MĂRIMILOR ELECTRICE

Igor COLESNIC

Institutul de Energetică al AȘM

Rezumat. Pentru alegerea corectă a aparatajului de măsurători la determinarea valorii curentului dintre elementele armăturii este nevoie de a cunoaște cota parte a fiecărui parametru (ca variabile) la formarea erorii în determinarea valorii curentului. Se propune o trecere de la funcția cu mulți parametri la una cu un parametru, în cazul în care se poate atribui aparte limita de măsurători a fiecărui dintre acești parametri, de-asemena pentru a stabili în mod aparte exactitatea de măsurare a parametrului dat. Cercetările au fost efectuate respectiv asupra valorilor matematice așteptate, dispersiei și devierea RMS.

Cuvinte-cheie: eroarea de determinare a valorilor, așteptarea matematică, dispersia, RMS

ПРИВЕДЕНИЕ К ОДНОМУ ПАРАМЕТРУ ФОРМУЛ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПРИ РАСЧЕТАХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Колесник И.

Институт Энергетики АНМ

Реферат. Для правильного выбора измерительной аппаратуры при определении величины тока между элементами арматуры необходимо знать долевое участие соответствующих параметров (как переменных) в образовании погрешности определения величины тока. Предлагается переход от функции нескольких параметров к функции одного параметра, при котором можно отдельно задать пределы изменения каждого из этих нескольких параметров, а также отдельно установить точность измерения данного параметра. Исследования производились по величинам математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения.

Ключевые слова: погрешность определения величин, математическое ожидание, дисперсия, среднеквадратичное отклонение.

Для правильного определения величины электрохимического износа арматуры железобетонного изделия необходимо определить количество электричества, входящее в формулу для определения количества корродированного металла. Время эксплуатации изделия по величине большое, поэтому именно измерение величины тока должно быть произведено с требуемой точностью. Непосредственное измерение этого тока путем подключения общеизвестного амперметра, имеющего несколько пределов измерения, связано с

большими погрешностями. Поэтому было проведено специальное исследование погрешностей измерения величины коррозионного тока. В процессе этого исследования было отмечено, что зависимость от нескольких переменных требует отдельных исследований по каждой переменной. Поэтому был предложен прием преобразования функции четырех переменных в функцию одной переменной. Значительно упростили эту задачу две особенности:

- ограничение по диапазонам изменения этих функций (достаточно исследовать в пределах отклонения от точного значения от -2% до $+2\%$),
- относительная простота функций (отсутствие особых точек).

Предлагаемая методика преобразования основана на незначительном изменении величины одной переменной при прохождении всех значений другой переменной (в исследуемом интервале). В итоге будет получена функция, которую можно известными способами исследовать на минимум. В данном случае четыре переменных приведут к произведению между собой трех чисел, равных количеству циклов изменений каждой переменной при поиске точки экстремума. Исследование планировалось провести в пределах отклонения результатов измерений не более 2% .

(В общем виде эта величина обозначена как коэффициент «L»). Для автоматического изменения функции в этих пределах был предложен множитель для значения параметра в виде $1+0,02\sin KX$, так как именно тригонометрическая функция \sin изменяет свое значение от -1 до $+1$, и в данном случае является наиболее подходящей функцией.

По результатам измерения величин коррозионного тока (i_1 и i_2) двух разных пределах измерения амперметра (с внутренними сопротивлениями соответственно R_1 и R_2) величину коррозионного тока i_k можно определить по формуле: $i_k = i_1 \cdot i_2 \cdot (R_1 - R_2) / (i_1 R_1 - i_2 R_2)$.

Для решения вопроса о последовательности расположения функций (какой параметр - i_1 , i_2 , R_1 , R_2 - будет иметь какой коэффициент при X) было проведено несколько вариантов расчетов кривых относительной погрешности для разных комбинаций величин K для этих параметров. Наиболее наглядное представление о величине вклада данного параметра в погрешность определения величины коррозионного тока можно получить по кривым, для которых параметр, вносящий наибольшую погрешность, имеет минимальную величину коэффициента K . Для остальных

параметров в каждом из последующих необходимо увеличивать коэффициент K в заранее определенное количество раз. Теоретически эта величина должна быть большой, чтобы за период изменения всех требуемых значений последующей переменной предыдущая практически не изменила бы своей величины. С учетом трехкратного перемножения (для данного случая с четырьмя переменными) коэффициент при X в четвертой формуле будет большим, что потребует большого времени для расчетов. Кроме того, это будет ограничивать применение такого подхода к исследованию других процессов - и ограничивать именно по количеству переменных. Поэтому было проведено специальное сравнительное исследование - как влияет величина K на ошибки (погрешность) определения величины погрешности измерения коррозионного тока.

В итоге формулы для параметров получились в виде (для $K = 10$):

$$\begin{aligned} i_2 &= i_{2n}(1+0,02\sin X); \\ i_1 &= i_{1n}(1+0,02\sin 10X); \\ R_1 &= R_{1n}(1+0,02\sin 100X); \\ R_2 &= R_{2n}(1+0,02\sin 1000X); \end{aligned} \quad (1)$$

а общая формула для определения коррозионного тока имеет вид:

$$\begin{aligned} i_k &= i_{1n}(1+0,02\sin 10X) i_{2n}(1+0,02\sin X) \\ & [R_{1n}(1+0,02\sin 100X) - R_{2n}(1+0,02\sin 1000X)] / \\ & [i_{1n}(1+0,02\sin 10X) R_{1n}(1+0,02\sin 100X) - i_{2n}(1+0,02\sin X) \\ & R_{2n}(1+0,02\sin 1000X)]. \end{aligned} \quad (2)$$

С учетом формулы определения относительной погрешности

$$\delta(i_k) = (i_k - i_{kt}) / (i_{kt}) - 1 \quad (3)$$

был построен график этой функции, приведенный на рис. 1

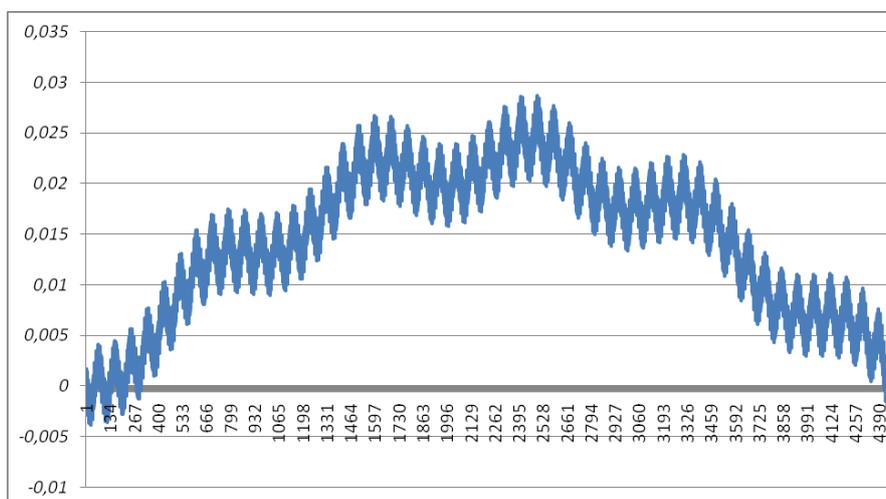


Рис. 1. График функции относительной погрешности определения величины коррозионного тока для $K=10$:

$$\delta i_{kt} = i_1(1 + 0,02\sin 10X) i_2(1 + 0,02\sin X) [R_1(1 + 0,02\sin 100X) - R_2(1 + 0,02\sin 1000X)] / i_{kt} [i_1(1 + 0,02\sin 10X) R_1(1 + 0,02\sin 100X) - i_2(1 + 0,02\sin X) R_2(1 + 0,02\sin 1000X)] - 1.$$

На этом графике хорошо видно, что наибольшую погрешность вызывает параметр i_2 , для которого $K=1$, поэтому полуволна синусоиды имеет наибольшую длину.

Быстрое возрастание коэффициентов при X при большом количестве переменных приведет к дополнительным сложностям при расчетах. Поэтому было проведено специальное исследование зависимости основных величин (математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного

отклонения) от величины K . Было установлено, что значительное влияние начинается при величине K меньше 2.

Поэтому далее исследования проводились для $K=4$. Формула для определения коррозионного тока при этом имеет вид:

$$i_k = i_1 n(1 + 0,02\sin 4X) i_2 n(1 + 0,02\sin X) [R_{1n}(1 + 0,02\sin 16X) - R_{2n}(1 + 0,02\sin 64X)] / [i_{1n}(1 + 0,02\sin 4X) R_{1n}(1 + 0,02\sin 16X) - i_{2n}(1 + 0,02\sin X) R_{2n}(1 + 0,02\sin 64X)].$$

Для функции относительной погрешности был построен график, приведенный на рис. 2.

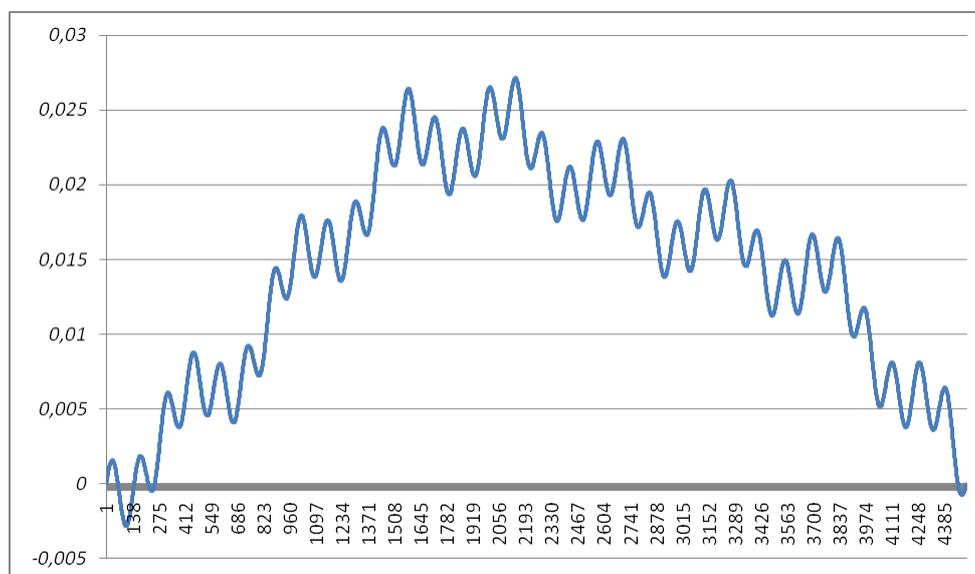


Рис. 2. График функции относительной погрешности определения величины коррозионного тока для $K=4$:

$$\delta i_{kt} = i_1(1 + 0,02\sin 4X) i_2(1 + 0,02\sin X) [R_1(1 + 0,02\sin 16X) - R_2(1 + 0,02\sin 64X)] / i_{kt} [i_1(1 + 0,02\sin 4X) R_1(1 + 0,02\sin 16X) - i_2(1 + 0,02\sin X) R_2(1 + 0,02\sin 64X)] - 1.$$

С учетом того, что количество 360 градусов кратно числам 10 и 4, были также проведены расчеты для величин K , отличающихся от чисел 10 и 4 ($K=10,2$; $K=3,8$, и $K=4,3$).

Соответствующие формулы имеют вид:

Для $K=10,2$

$$i_k = i_1 n(1 + 0,02\sin 10,2X) i_2 n(1 + 0,02\sin X) [R_{1n}(1 + 0,02\sin 104,04X) - R_{2n}(1 + 0,02\sin 1061,21X)] / [i_{1n}(1 + 0,02\sin 10,2X) R_{1n}(1 + 0,02\sin 104,04X) - i_{2n}(1 + 0,02\sin X) R_{2n}(1 + 0,02\sin 1061,21X)]$$

Для $K=3,8$

$$i_k = i_1 n(1 + 0,02\sin 3,8X) i_2 n(1 + 0,02\sin X) [R_{1n}(1 + 0,02\sin 14,44X) - R_{2n}(1 + 0,02\sin 54,87X)] / [i_{1n}(1 + 0,02\sin 3,8X) R_{1n}(1 + 0,02\sin 14,44X) - i_{2n}(1 + 0,02\sin X) R_{2n}(1 + 0,02\sin 54,87X)]$$

Для $K=4,3$

$$i_k = i_1 n(1 + 0,02\sin 4,3X) i_2 n(1 + 0,02\sin X) [R_{1n}(1 + 0,02\sin 18,49X) - R_{2n}(1 + 0,02\sin 79,51X)] / [i_{1n}(1 + 0,02\sin 4,3X) R_{1n}(1 + 0,02\sin 18,49X) - i_{2n}(1 + 0,02\sin X) R_{2n}(1 + 0,02\sin 79,51X)]$$

Соответствующие графики для величины погрешности были получены для всех этих вариантов и, по ним получены результаты расчетов основных величин – математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения. Разница между этими величинами для разных значений K оказалась в несколько процентов.

После этого было проведено исследование по уменьшению погрешности определения величины коррозионного тока за счет увеличения точности измерения тока i_2 . Расчеты проводились при разных величинах коэффициента L в формуле для тока i_2 [$i_2 = i_2 n(1 + 0,02\sin X)$]; $i_{2-1} = i_2 n(1 + 0,014\sin X)$; $i_{2-2} = i_2 n(1 + 0,01\sin X)$; $i_{2-3} = i_2 n(1 + 0,007\sin X)$; $i_{2-4} = i_2 n(1 + 0,002\sin X)$].

Результаты расчетов приведены на Рис. 3, 4, 5, и 6 .
Графики построены в координатах: величина погрешности является функцией номера точки

(параметр X в радианах) - в пределах 180 градусов, для которых функция sinX имеет значения больше нуля.

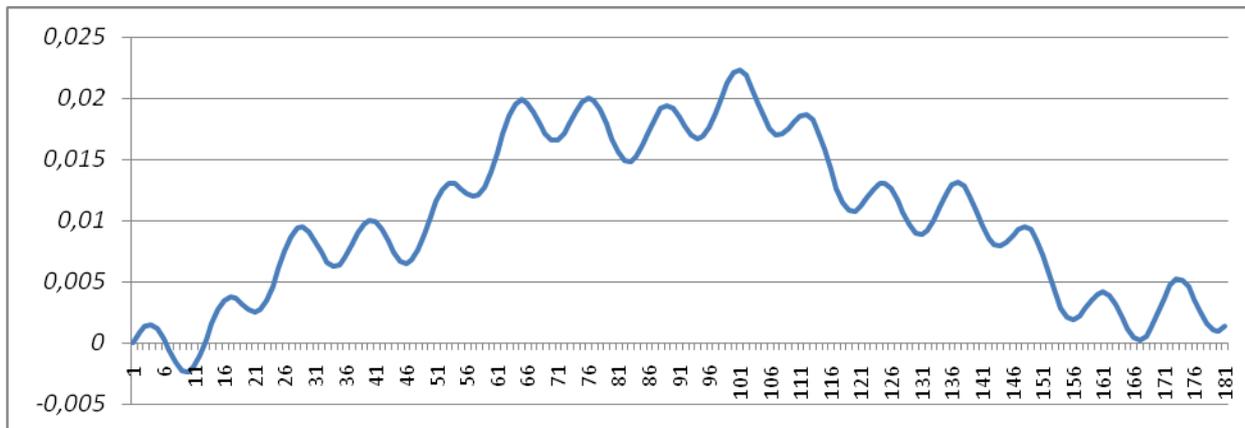


Рис. 3. График функции относительной погрешности определения величины коррозионного тока для K=4 коэффициенте L=0,014 для тока i_2 .

$$\delta_{i_{kt}} = i_1(1 + 0,02\sin 4X) i_2(1 + 0,014\sin X) [R_1(1 + 0,02\sin 16X) - R_2(1 + 0,02\sin 64X)] / i_{kt} [i_1(1 + 0,02\sin 4X) R_1(1 + 0,02\sin 16X) - i_2(1 + 0,014\sin X) R_2(1 + 0,02\sin 64X)] - 1.$$

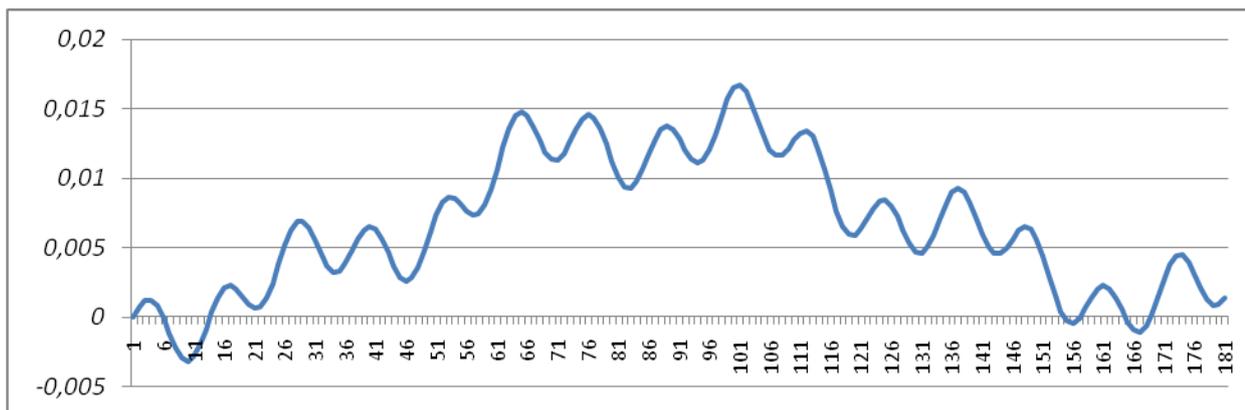


Рис. 4. График функции относительной погрешности определения величины коррозионного тока для K=4 коэффициенте L=0,01 для тока i_2 .

$$\delta_{i_{kt}} = i_1(1 + 0,02\sin 4X) i_2(1 + 0,01\sin X) [R_1(1 + 0,02\sin 16X) - R_2(1 + 0,02\sin 64X)] / i_{kt} [i_1(1 + 0,02\sin 4X) R_1(1 + 0,02\sin 16X) - i_2(1 + 0,01\sin X) R_2(1 + 0,02\sin 64X)] - 1.$$

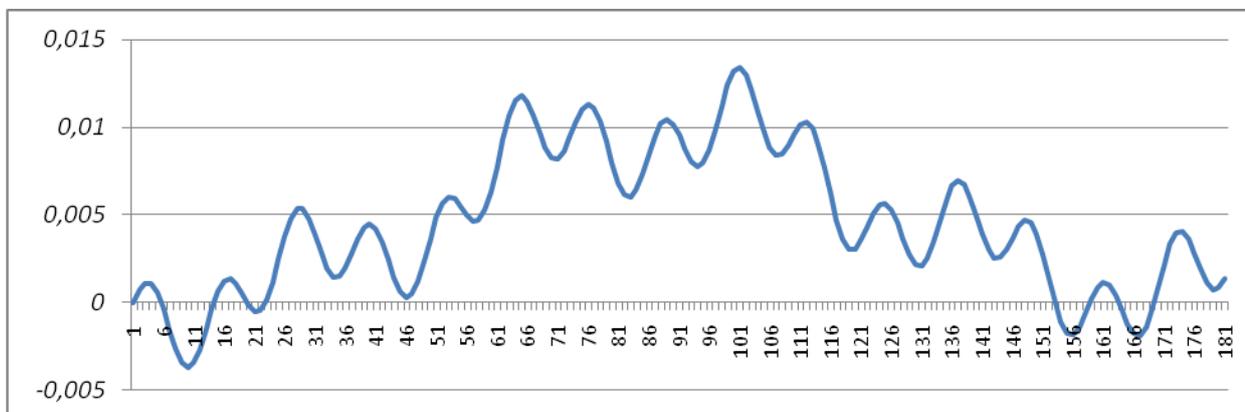


Рис. 5. График функции относительной погрешности определения величины коррозионного тока для K=4 коэффициенте L=0,007 для тока i_2 .

$$\delta i_{kt} = i_1(1 + 0,02\sin 4X) i_2(1 + 0,007\sin X) [R_1(1 + 0,02\sin 16X) - R_2(1 + 0,02\sin 64X)] / i_{kt} [i_1(1 + 0,02\sin 4X) R_1(1 + 0,02\sin 16X) - i_2(1 + 0,007\sin X) R_2(1 + 0,02\sin 64X)] - 1.$$

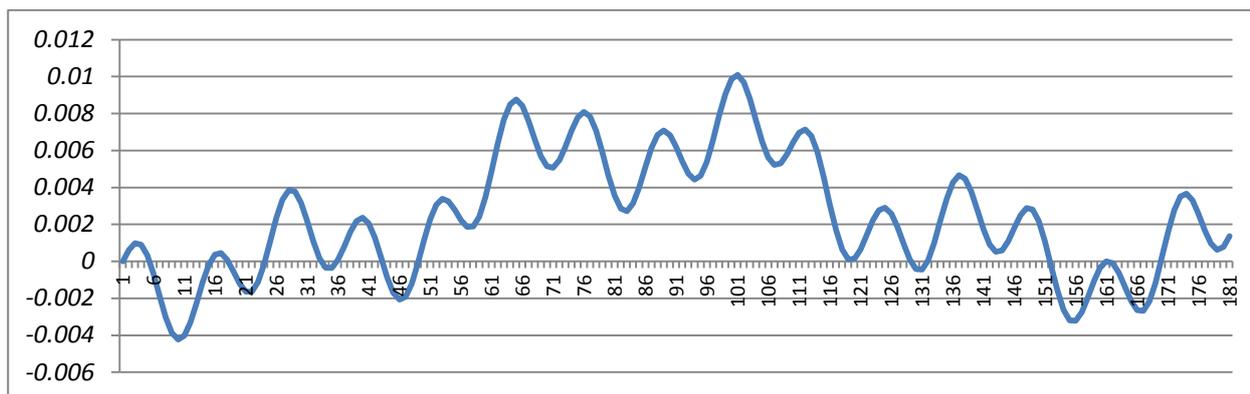


Рис. 6. График функции относительной погрешности определения величины коррозионного тока для $K=4$ коэффициенте $L=0,002$ для тока i_2 .

$$\delta i_{kt} = i_1(1 + 0,02\sin 4X) i_2(1 + 0,002\sin X) [R_1(1 + 0,02\sin 16X) - R_2(1 + 0,02\sin 64X)] / i_{kt} [i_1(1 + 0,02\sin 4X) R_1(1 + 0,02\sin 16X) - i_2(1 + 0,002\sin X) R_2(1 + 0,02\sin 64X)] - 1.$$

Следует отметить, что расчеты величин математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения показывают, что десятикратное уменьшение погрешности измерения тока i_2 не приводит к десятикратному уменьшению этих параметров (уменьшение в 6 раз), так как начинают заметно влиять погрешности измерения других параметров.

Авторы благодарят ученого секретаря Института Энергетики Посторонкэ С. за оформительскую помощь в работе.

ВЫВОДЫ

Предложенная методика приведение к одному параметру формул для определения погрешностей при расчетах электрических величин позволяет наглядно представить доленое участие каждого параметра; выявить параметр, вносящий наибольшую погрешность; и, повысив точность измерения именно этого параметра, повысить точность при расчете определяемой электрической величины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атамаян Э. Г. Приборы и методы измерения электрических величин. Второе издание. «Высшая школа», М., 1989, 384 с.
2. Абубакиров Б. А., Гудков К. Г., Нечаев Э. В. Измерение параметров радиотехнических цепей. М., «Радио и связь», 1984, 247 с.
3. Артемьев Б. Г., Голубев С. М. Справочное пособие для работников метрологических служб. М., Издательство стандартов, 1982, 280 с.