УДК 389.14:53.083

С.Ф. Левин

Московский институт экспертизы и испытаний, Москва, Россия

«РУКОВОДСТВО ПО ВЫРАЖЕНИЮ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ» И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Рассмотрены положения «Руководства по выражению неопределенности измерения», несовместимые с требованиями государственных поверочных схем по доверительной вероятности и доверительными методами оценивания математической статистики.

Ключевые слова: *неопределенность в широком смысле, распределение вероятностей и его параметры.*

Введение

Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ) [1] рассматривает **единство измерений** как «состояние измерений, характеризующееся тем, что их результаты выражают в узаконенных единицах физических величин, размеры которых в установленных пределах равны размерам единиц, воспроизводимых первичными эталонами, а погрешности результатов измерений известны и с заданной вероятностью не выходят за установленные пределы» [2].

В качестве истинного значения физической величины в ГСИ принят результат измерения государственным первичным эталоном. При этом в государственных поверочных схемах погрешности средств измерений нормируют доверительными границами, выбирая норму доверительной вероятности из ряда {0,90; 0,95; 0,99}, или пределами допускаемых значений, которым соответствует доверительная вероятность Р = 1 [3].

Погрешности результатов измерений полагают известными, если известны распределения вероятностей их возможных значений. Единство же измерений обеспечено, если в доверительных границах или пределах находится доля этих распределений не меньшая указанной выше нормы, т.е. соответствующий интервал является толерантным [4].

Важнейшей задачей ГСИ является проверка и приведение в соответствие состояния измерений нормам доверительной вероятности – измерительная задача идентификации основной погрешности средств измерений, которая решается при их поверке или калибровке. Центральной в этой задаче является проблема доверительной вероятности [5].

Одну из сторон этой проблемы охарактеризовал четверть века тому назад П.В. Новицкий [6]: «Очень часто доверительные погрешности рассчитывают, вводя ничем не обоснованное предположение о том, что вид закона распределения погрешностей будто бы точно известен. Такой прием является некорректным вне зависимости от того, допускается он сознательно или неосознанно. Реальные законы распределения погрешностей весьма разнообразны и часто очень далеки от нормального».

Другая сторона проблемы заключена в определении толерантного интервала «по случайной выборке таким способом, что можно утверждать с указанным уровнем доверия, что интервал содержит не менее чем заданную долю совокупности. Уровень доверия в этом случае – предел доли интервалов, определенных указанным способом, которые будут включать в себя не менее чем заданную долю совокупности, при бесконечном увеличении повторений метода» [4]. Этим способом является доверительное или т.н. «безопасное» оценивание [7, 8].

Вместе с тем под общим названием «концепция неопределенности измерения» продолжает пополняться список аутентичных переводов международных руководств, которые должны были бы способствовать распространению этого нетрадиционного для метрологии подхода. Однако каждое новое пополнение не уменьшает числа вопросов, на которые в этих руководствах позитивных ответов нет.

Более того, может показаться, что последующие рекомендации, призванные уточнять и разъяснять положения исходного руководства GUM [8], фактически его дезавуируют.

Однако ситуация не так проста, как это может показаться при поверхностном знакомстве с GUM.

Если дочитать GUM до конца, то можно обнаружить целый ряд положений, прямо указывающих на несовместимость «концепции неопределенности измерения» с отечественной ГСИ и системой международных стандартов по статистическим методам.

Вместе с тем в дискуссиях сторонников и противников «концепции неопределенности» эти положения GUM, указывающие на негативные последствия применения этого руководства в государственных поверочных схемах, не фигурируют.

Остановимся на связанных с этими положениями вопросах подробнее, цитируя пункты GUM.

Неопределенность измерения в GUM

1. Неоднозначность неопределенности

[8, с. 2]: «**2.2.1** Слово *неопределенность* означает сомнение и, таким образом, в своем самом широком смысле «неопределенность измерения» означает сомнение относительно достоверности результата измерения. Из-за отсутствия различных слов для этого общего понятия неопределенности и специальных величин, которые дают количественные меры этого понятия, как, например, стандартное отклонение, необходимо использовать слово *неопределенность* в этих двух различных смыслах».

В англоязычной физической терминологии понятию «неопределенность» соответствуют [9, 5]:

1) **uncertainty** – неадекватность аналитического описания физической величиной измеряемого свойства; 2) **indeterminateness** – невозможность полной детерминации количественного проявления свойства, 3) **indeterminacy** – влияние средства измерений на состояние объекта измерений.

Проблему количественных мер неопределенности на международном семинаре по математической, статистической и компьютерной поддержке качества измерений во ВНИИМ имени Д.И. Менделеева закрыли четыре специалиста [10]:

W. Wöger – *Математически знание об измеряемой величине представляется в виде распределения вероятностей*!

С. Левин – *Неопределенность в широком смысле характеризуется распределением вероятностей, в узком смысле – параметром рассеяния этого же распределения*!

В. Кузнецов – *Распределения вероятностей возможных значений измеряемой величины и погрешности ее измерения зеркально симметричны, а параметры рассеяния у них равны*!

B. Siebert – *Да, информация о величинах должна быть выражена с помощью функций распределения вероятностей*! *Но мы готовы поспорить по философским вопросам*![1]

2. Неопределенность и уровень доверия

[8, с. 2]: «**2.2.3** Формальное определение термина «неопределенность измерения», разработанное для использования в этом *Руководстве* и принятое VIM[2] (VIM, пункт 3.9), следующее: **неопределенность** (**измерения**) есть параметр, связанный с результатом измерения, который характеризует дисперсию значений, которые могли быть обоснованно приписаны измеряемой величине».

Это значит, что неопределенность измерения – параметр рассеяния приписанного распределения вероятностей, а его оценка при многократных измерениях – «СКО». На это и указал В.П. Кузнецов.

[8, с. 3]: «**2.3.5** Расширенная неопределенность U – величина, определяющая интервал вокруг результата измерения, в пределах которого, можно ожидать, находится большая часть распределения значений, которые с достаточным основанием могли быть приписаны измеряемой величине.

ПРИМЕЧАНИЯ: 1. Эта часть распределения может рассматриваться как вероятность охвата или уровень доверия для интервала. 2. Установление связи между конкретным уровнем доверия и интервалом, определенным расширенной неопределенностью, требует явных и неявных предположений относительно распределения вероятностей, характеризуемого результатом измерения и его суммарной стандартной неопределенностью. Уровень доверия, который может быть приписан этому интервалу, может быть известен только до той степени, в которой такие предположения могут быть оправданы».

Для справки: «Некорректное применение статистических методов может привести к неверным заключениям. Все (возможно, и не высказанные явно) предположения, относящиеся к теоретическому распределению, должны быть проверены. Заметим, наконец, что статистические критерии не могут доказать ни одной гипотезы: они могут лишь указать на «отсутствие опровержения» [11, с. 537].

Метрологи-практики обычно гипотез не высказывают и даже не всегда знают, что оценки типа среднего арифметического и СКО являются состоятельными только в случае распределения Гаусса, которое вошло в список «мифов ХХ-го века» [12].

3. Доверять ли «уровню доверия» GUM?

[8, с. 25-26]: «**6.2.2** Термины **доверительный интервал** и **уровень доверия** имеют в статистике специальные определения и применяются к интервалу, определенному U, только когда выполнены определенные условия, включая условие, чтобы все составляющие неопределенности, которые входят в $u_c(y)$, были бы получены из оценивания по типу А. … в данном Руководстве слово «доверие» не используется для модификации слова «интервал», когда ссылаются на интервал, определяемый U, и термин «доверительный уровень» также не используется в связи с интервалом и предпочитается скорее термин «уровень доверия». Более конкретно, U рассматривается как задание интервала вокруг результата измерения, который содержит большую часть p распределения вероятностей, характеризуемого результатом и его суммарной стандартной неопределенностью, и *p* является *вероятностью охвата* или *уровнем доверия* для этого интервала.

6.2.3 Если это возможно, необходимо оценить и указать доверительный уровень p, связанный с интервалом, определяемым U. Надо признать, что умножение $u_c(y)$ на какую-то постоянную величину не дает никакой новой информации, а просто представляет ранее имевшуюся информацию в новом виде. Однако нужно также признать, что в большин-

[1] Перевод профессора В.И. Дворкина.
[2] 2-е издание VIM. В 3-м издании 2007 года – пункт 2.26.

стве случаев уровень доверия p (особенно для значений p, близких к 1) будет скорее неопределенным не только из-за ограниченного знания распределения вероятностей, характеризуемых y и $u_c(y)$ (особенно в крайних областях), но также из-за неопределенности самой $u_c(y)$ … .

6.3.2 В идеале хотелось бы … выбрать конкретное значение коэффициента охвата k, которое обеспечивало бы интервал $Y = y \pm k\ u_c(y)$, соответствующий выбранному уровню доверия, такому как 95 или 99 процентов; равным образом, для заданного значения k хотелось бы иметь возможность четко указать уровень доверия, связанный с этим интервалом. Однако это нелегко осуществить на практике, поскольку это требует полного знания распределения вероятностей, характеризуемого результатом измерения y и его суммарной неопределенностью $u_c(y)$. Хотя эти параметры обладают большой значимостью, сами по себе они недостаточны для того, чтобы установить интервалы, имеющие точно известные уровни доверия».

«Интервал охвата не должен определяться как «доверительный интервал» во избежание путаницы со статистическим понятием (см. 6.2.2 GUM)» [13].

Одновременно с первой методикой поверки [14], в которую введена расширенная неопределенность, появился стандарт [15], который указал:

«4.1.4 Устанавливаемые предельные значения не должны включать в себя (в явном или неявном виде) неопределенность измерений.

5.2 …Неопределенность измерений следует представлять в виде интервала неопределенности. Если этот интервал является доверительным, необходимо указывать доверительную вероятность…, соответствующую интервалу (см. пункты 2.57 и 2.59 ИСО 3534-1). В противном случае следует указывать коэффициент охвата интервала неопределенности (см. GUM, пункт 6.2.1)».

Итак, интервал охвата доверительным интервалом не является. Правда, сам доверительный интервал – одна из проблем прикладной метрологии.

Дело в том, что доверительный интервал характеризует точность оценивания **параметра** распределения величины, а не самой величины. Точность оценивания самой величины характеризуют не доверительным, а толерантным интервалом, содержащим с доверительной вероятностью P не менее чем долю γ неизвестного распределения [7]:

Доверительный интервал (confidence interval) – *случайный интервал* $[\theta^-, \theta^+]$ *значений параметра* θ *функции* F (θ, x), *соответствующий доверительной вероятности* $\mathbf{P}_\theta\{\theta^- < \theta < \theta^+\} = p(\theta)$ *или уровню доверия*[3] $\mathbf{P}_\theta = \min p(\theta) \geq P$.

[3] Уровень доверия (confidence level, CL) – нижняя граница доверительной вероятности в «наихудшем случае». Для него в метрологии принято равномерное распределение вероятностей [3].

Толерантный интервал (tolerance interval) – *случайный интервал* $[\mathbf{x}^-; \mathbf{x}^+]$ *значений переменной* **x**, *построенный по независимым одинаково распределенным случайным величинам с неизвестной функцией распределения вероятностей* $F_*(\mathbf{x})$ *и содержащий с вероятностью* $\mathbf{P}_X\{\mathbf{x}^- < X < \mathbf{x}^+\} = P$ *долю* γ *этого распределения, такую, что* $0 < \gamma < 1$.

Так, среднее арифметическое и СКО статистического ряда из N отсчетов величины являются оценками максимального правдоподобия для распределения Гаусса. И если величиной окажется погрешность, то среднее арифметическое становится оценкой систематической составляющей погрешности. А подмена погрешности ее систематической составляющей подменяет толерантный интервал доверительным, в «корень из N» раз более узким.

К этому следует добавить чисто математический факт: формула доверительной вероятности для толерантного интервала, ограниченного наименьшим и наибольшим членами вариационного ряда из N значений, при $0 < \gamma < 1$ имеет вид [16]:

$$\mathbf{P}\{\hat{\xi}_{(1)} \leq \Xi \leq \hat{\xi}_{(N)}\} = 1 - N \cdot \gamma^{N-1} + (N-1) \cdot \gamma^N .$$

В стандарте [17] соответствующая формула дана с опечаткой: $np^n - 1 - (n-1) \cdot p^n = \alpha$, т.е. $\alpha < 0$.

При P = γ объемы выборок согласно [18] для произвольного непрерывного распределения составляют N = {38, 93, 662}, а для симметричного распределения – N_v = {11, 29, 228}.

Определение «*доверительного уровня*» как *нижней границы доверительной вероятности* p(θ) на множестве значений параметра θ дано Ю. Линником, М. Никулиным и др. [7, с. 173-174].

Смысл «уровня доверия GUM» раскрывает непосредственное сравнение GUM и его перевода (ключевые слова подчеркнуты).

[GUM, p. 37-38]: «**C.2.30 statistical coverage interval** [ISO 3534-1, 2.61] – An interval for which a given level of confidence that it contains at least a specified proportion of population.

NOTES … 2 Also called «statistical <u>tolerance</u> interval». This term should not be used because it may cause confusion with «tolerance interval» which is defined in ISO 3534-2».

[8, с. 43]: «**С.2.30 Статистический интервал охвата** [ISO 3534-1, 2.61] – интервал, для которого можно с заданным доверительным уровнем констатировать, что он включает, по крайней мере, определенную часть совокупности.

ПРИМЕЧАНИЯ. … 2. Его называют также «статистически <u>допустимый</u> интервал». Такой термин не следует использовать, так как это может вызвать путаницу с «допустимым интервалом», определенным в ISO 3534-2».

Качество переводов стандартов и причины игнорирования в метрологии толерантных интервалов демонстрируют приведенные ниже выдержки.

[19, с. 20]: 2.59 **доверительная вероятность;** *уровень доверия – en* confidence level

Величина (1–α) *– вероятность, связанная с доверительным интервалом или со статистическим накрывающим интервалом.*

2.61 **толерантный интервал** – *en* statistical coverage interval

Интервал, для которого можно утверждать с данным уровнем доверия, что он содержит, по крайней мере, заданную долю определенной совокупности.

[20, с.5]: 1.4.5 **поле [область] допуска** *en* tolerance interval

Множество значений показателя между предельными значениями, включая последние.

4. Неопределенность неопределенности

[8, с. 57]: **Е.4.3** …Рассмотрим $s(\overline{q})$ – экспериментальное стандартное отклонение среднего из n независимых наблюдений q_k нормально распределенной случайной переменной q… Величина $s(\overline{q})$ … оценивает $\sigma(\overline{q})$ – стандартное отклонение распределения вероятностей $\overline{q}$, т.е. стандартное отклонение распределения значений $\overline{q}$, которое было бы получено, если бы измерение было повторено бесконечное число раз. Дисперсия $\sigma^2[s(\overline{q})]$ от $s(\overline{q})$ дается приблизительно выражением:

$$\sigma^2[s(\overline{q})] \approx \sigma^2(\overline{q})/2\nu, \qquad (E.7)$$

где ν = n – 1 является степенями свободы $s(\overline{q})$... Таким образом, относительное стандартное отклонение $s(\overline{q})$, которое дано отношением $\sigma[s(\overline{q})]/\sigma(\overline{q})$ и может быть принято как мера относительной неопределенности $s(\overline{q})$, составляет приблизительно $[2(n-1)]^{-1/2}$. Эта «неопределенность неопределенности» $\overline{q}$, которая возникает по чисто статистической причине ограниченности выборки, может быть удивительно большой; для n = 10 наблюдений она составляет 24 процента. Это и другие значения даны в Таблице Е.1, которая показывает, что стандартным отклонением статистически оцененного стандартного отклонения нельзя пренебрегать для практических значений n.

Таблица Е.1

$\sigma[s(\overline{q})]/\sigma(\overline{q})$ стандартное отклонение экспериментального стандартного отклонения среднего $\overline{q}$ из *n* независимых наблюдений нормально распределенной случайной переменной *q* относительно стандартного отклонения этого среднего [(a)]

Число наблюдений *n*	2	3	4	5	10	20	30	50
$\sigma[s(\overline{q})]/\sigma(\overline{q})$, проценты	76	52	42	36	24	16	13	10

[(a)] Приведенные значения вычислены из точного выражения для $\sigma[s(\overline{q})]/\sigma(\overline{q})$, а не из приблизительного выражения $[2(n-1)]^{-1/2}$.

Без комментариев.

5. Являются ли оценки GUM наилучшими?

[8, с. 52-53]: «**Е.1.1** Данное Руководство представляет широко применяемый метод оценивания и выражения неопределенности в измерении. Оно дает скорее реалистическое, чем «безопасное» значение неопределенности …

Е.2.1 При указании значения измеряемой величины необходимо давать ее наилучшую оценку и наилучшее оценивание неопределенности…».

В GUM не указано, какие оценки являются наилучшими, но приводятся оценки, подразумевающие соблюдение условия гауссовости.

Основная измерительная задача GUM

[8, с. 9]: «**4.1.1** В большинстве случаев измеряемая величина Y не является прямо измеряемой, а зависит от N других измеряемых величин $X_1, X_2, \ldots, X_N$, через функциональную зависимость f :

$$Y = f(X_1, X_2, \ldots, X_N). \qquad (1)$$

Функцию f, в том виде как она представлена в этом *Руководстве*, следует интерпретировать… как функцию, которая содержит каждую величину, включая все поправки и поправочные коэффициенты, которые могут внести значительную составляющую в результат измерения».

Это значит, что результат решения основной измерительной задачи GUM выражается через средние значения измеряемых величин и имеет вид

$$y = f(\overline{x}_1, \overline{x}_2, \ldots, \overline{x}_q, \ldots, \overline{x}_Q) \pm k \cdot u_c\{y\},$$

где k – коэффициент охвата;

$$u_c\{y\} \approx \sqrt{\begin{array}{c}\sum_{i=1}^{I}\left(\frac{\partial f}{\partial x_i}\right)^2 \cdot u_i^2 + \\ + \sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{I}\left[\frac{\partial f}{\partial x_i}\cdot\frac{\partial f}{\partial x_j} r(x_i, x_j)\cdot u_i \cdot u_j\right]\end{array}} -$$

суммарная стандартная неопределенность;

$$u_{Ai} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)}\sum_{n=1}^{N}(\hat{x}_{in} - \overline{x}_i)^2} \quad \text{и} \quad u_B = a/\sqrt{3} -$$

стандартные неопределенности типа А и типа В.

Анализ этого решения показывает следующее.

1. Метод решения основной измерительной задачи GUM – метод косвенного измерения в сочетании с методом многократных измерений [21, 22].

2. y – оценка искомой в измерительной задаче величины Y как функционального преобразования оценок максимального правдоподобия параметров положения измеряемых величин, которым приписано распределение Гаусса [23, 24].

3. $k \cdot u_c\{y\}$ – расширенная неопределенность с коэффициентом охвата k, не являющаяся толерантным или доверительным интервалом [8, п.6.2.2].

4. $u_c\{y\}$ – суммарная неопределенность выходной переменной *Y* как результата преобразования

стандартных неопределенностей типа А и В входных переменных линеаризованной моделью объекта измерений, что искажает распределение выходной переменной и оценки его параметров [25].

5. u_{Ai} – точечная оценка типа А стандартной неопределенности i-ой входной переменной, которая в математической статистике называется среднеквадратическим отклонением оценки параметра положения i-ой входной переменной, если она, конечно, описывается распределением Гаусса [23, 24].

6. u_B – параметр рассеяния равномерного распределения вероятностей на интервале [–a, +a].

Если для линеаризованной модели (1) в GUM распределение выходной переменной подчиняется распределению Гаусса, то строгое решение, например, для частного $Y=X_1/X_2$, при гауссовой совместной плотности распределения вероятностей входных переменных с коэффициентом корреляции r, математическими ожиданиями m_1 и m_2, стандартными отклонениями σ_1 и σ_2 содержит стандартизованное распределение Гаусса $\Phi(z)$ и имеет вид [26]

$$f_Y(y) = \frac{1+\sqrt{2\pi}\cdot\frac{b(y)}{\sqrt{a(y)}}\cdot e^{\frac{b^2(y)}{a(y)}}\cdot[\Phi(\frac{b(y)}{\sqrt{a(y)}})-1/2]}{2\pi\sigma\cdot a(y)}\cdot e^{-c},$$

где

$$\sigma^2 = \sigma_1^2\sigma_2^2\cdot(1-r^2)\,;$$

$$a(y) = (\sigma_2^2\cdot y^2 - 2r\cdot\sigma_1\sigma_2\cdot y + \sigma_1^2)/(2\sigma^2)\,;$$

$$b(y) = \frac{[(\sigma_2^2 m_1 - r\cdot\sigma_1\sigma_2\cdot m_2)\cdot y - r\cdot\sigma_1\sigma_2\cdot m_1 + \sigma_1^2 m_2]}{(2\sigma^2)}\,;$$

$$c = (\sigma_2^2 m_1^2 - 2r\cdot\sigma_1\sigma_2\cdot m_1 m_2 + \sigma_1^2 m_2^2)/(2\sigma^2)\,.$$

Это распределение обобщает распределение Коши, для которого математическое ожидание и стандартное отклонение, а значит и стандартная неопределенность, не существуют.

Заключение

Игнорирование предупреждений GUM, некомпетентный перевод терминов «tolerance interval» и «confidence level» привели к появлению нормативных документов, свидетельств об аттестации методик и программных комплексов, в которых расширенная неопределенность измерений завышает точность результатов решения измерительных задач.

Методика расчета неопределенности GUM не согласуется со стандартами по статистическим методам серий ГОСТ Р ИСО 16269 и ГОСТ Р 50779, а уровень доверия GUM не соответствует уровню доверия, принятому в математической статистике.

Дополнение № 1 не устраняет основной дефект GUM – отсутствие статистической проверки гипотез о виде распределений, приписываемых измеряемым величинам. Его может исправить применение статистических методов [27, 23, 18, 17, 22, 24].

Список литературы

1. ГОСТ Р 8.000–2000 Государственная система обеспечения единства измерений. Основные положения.

2. РМГ 29–99 ГСИ. Метрология. Основные термины и определения.

3. МИ 1317–2004. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров.

4. ГОСТ Р ИСО 16269-6–2005 Статистические методы. Статистическое представление данных. Определение статистических толерантных интервалов.

5. Левин С.Ф. Проблема доверительной вероятности / С.Ф. Левин // Измерительная техника. – 2008. – № 9. – С. 33-39; Levin S.F. The problem of confidence probability / S.F. Levin // Measurement Techniques. – 2008. – V. 51, No 9. – P. 967-975.

6. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений / П.В. Новицкий, И.А. Зограф. – Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 248 с.

7. Вероятность и математическая статистика: Энциклопедия / Гл. ред. Ю.В. Прохоров. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1999. – 910 с.

8. Руководство по выражению неопределенности измерения: пер. с англ. / Научный редактор проф. В.А. Слаев. – СПб.: ВНИИМ им. Д.И. Менделеева, 1999. – 134 с.

9. Физическая энциклопедия. Т. 3. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1992. – 672 с.

10. Левин С.Ф. Неопределенность в узком и широком смыслах результатов поверки средств измерений / С.Ф. Левин // Измерительная техника. – 2007. – № 9. – С. 15-19; Levin S.F. Uncertainty in wide and narrow meanings of verification results of measurement instruments / S.F. Levin // Measurement Techniques. – 2007. – V. 50, No 9. – P. 921-928.

11. Корн Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Г. Корн, Т. Корн. – М.: Наука, 1968. – 720 с.

12. Эльясберг П.Е. Измерительная информация: как ее получать? как ее обрабатывать? / П.Е. Эльясберг. – М.: Наука, 1983. – 208 с.

13. Международный словарь по метрологии: Основные и общие понятия и соответствующие термины. – СПб: Профессионал, 2009. – 82 с.

14. ГОСТ Р 8.624–2006 ГСИ. Термометры сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки.

15. ГОСТ Р ИСО 10576-1–2006 Статистические методы. Руководство по оценке соответствия установленным требованиям. Часть 1. Общие принципы.

16. Дэйвид. Порядковые статистики / Дэйвид. – М.: Мир, 1979. – 336 с.

17. ГОСТ Р ИСО 16269-6–2005 Статистические методы. Статистическое представление данных. Определение статистических толерантных интервалов.

18. ГОСТ Р ИСО 16269-8–2005 Статистические методы. Статистическое представление данных. Определение предикционных интервалов.

19. ГОСТ Р 50779.10-2000 Статистические методы. Вероятность и основы статистики. Термины и определения.

20. ГОСТ Р 50779.11–2000 (ИСО 3534-2) Статистические методы. Статистическое управление качеством. Термины и определения.

21. ГОСТ 8.061–80 ГСИ. Поверочные схемы. Содержание и построение.

22. Р 50.2.004–2000 ГСИ. Определение характеристик математических моделей зависимостей между физическими величинами при решении измерительных задач. Основные положения.

23. ГОСТ Р 50779.21-2004 Статистические методы. Правила определения и методы расчета статистических характеристик по выборочным данным. Часть 1. Нормальное распределение.

24. МИ 2916–2005 ГСИ. Идентификация распределений вероятностей при решении измерительных задач.

25. Трансформирование распределений с использованием метода Монте-Карло. Пер. с англ. Научные редакторы В.А. Слаев, А.Г. Чуновкина. – СПб: ВНИИМ им. Д.И. Менделеева, 2010. – 182 с.

26. Левин С.Ф. О доверительных границах погрешности. – Законодательная и прикладная метрология. – 2007. – № 5. – С. 58-64.

27. Р 50.1.037-2002 Прикладная статистика. Правила проверки согласия опытного распределения с теоретическим. Часть II. Непараметрические критерии.

Поступила в редколлегию 12.08.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф. И.П. Захаров, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина.

«НАСТАНОВА З ПОДАННЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ» І ВИМІРЮВАЛЬНІ ЗАВДАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЄДНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ

С.Ф. Левін

Розглянуто положення «Настанови з подання невизначеності вимірювання», несумісні з вимогами державних повірочних схем по довірчій ймовірності та довірчими методами оцінювання математичної статистики.

Ключові слова: *невизначеність в широкому сенсі, розподіл ймовірностей і його параметри.*

“GUIDE TO THE EXPRESSION OF UNCERTAINTY IN MEASUREMENT” AND MEASUREMENT TASKS OF THE MEASUREMENT ASSURANCE

S.F. Levin

The regulations of “Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement”, incompatible with the requirements of the verification scheme requirements for confidence probability and confidence evaluation methods of mathematical statistics were considered.

Keywords: *the uncertainty to wide extent, the probability distribution and their parameters.*