

УДК 389.14

Т.Б. Гордиенко

ГП «Український науково-дослідницький і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації і якості», Київ

ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ РУКОВОДСТВАХ

При проведении ежегодной оценки выбросов парниковых газов (ПГ) основой для исследований являются статистические данные национального и отраслевого уровней. Качество и доверие к кадастрам выбросов ПГ подтверждается методиками их оценки, процедурами сбора и обработки данных. Требования к национальным кадастрам выбросов ПГ базируются на руководствах IPCC-2000 и IPCC-2006, включающих в себе элементы оценки и анализа неопределенности. Рассмотрены основные подходы оценки неопределенности в экологических и метрологических руководствах. Предложено применение подходов GUM-1993 для оценки неопределенности в кадастрах выбросов ПГ.

неопределенность, парниковые газы, руководство

Введение

Согласно требованиям руководящих принципов Рамочной конвенции ООН об изменении климата по отчетности необходима подготовка и представление национальных кадастров выбросов ПГ в соответствующем формате, включая детальное описание используемых для оценки методик, источников входных данных о деятельности (ДД), использованных коэффициентов выбросов ПГ (КВ) с обоснованием

их выбора, описание процедур оценки неопределенности, обеспечения и контроля качества и т. д.

Руководства IPCC-2000 [1] и IPCC-2006 [2] рекомендуют отдельно представлять информацию об оценке неопределенности входных данных. В метрологической практике нашло широкое внедрение руководство GUM-1993 [3]. Поэтому целесообразным является сравнительный анализ основных подходов, приведенных в этих документах.

1. Основные подходы к оценке неопределенности в экологических руководствах

Оценка неопределенностей в национальных кадастрах выбросов ПГ базируется на использованных имеющихся входных данных. Соответствующая информация должна содержать: среднее арифметическое входных данных; среднеквадратическое отклонение входных данных; распределение вероятностей данных; ковариации конкретной входной величины с другими входными величинами, которые используются при подготовке кадастра для оценки выбросов ПГ.

Неопределенность всех данных, как правило, отображают пределами отклонения результата измерения физической величины от оценки ее истин-

ного значения, поэтому общая неопределенность зависит от закона распределения возможных значений измеряемой величины.

Неопределенности КВ и ДД для кадастров выбросов ПГ, как правило, оценивают по правилу В (соответствует типу В по GUM). Поскольку ДД базируются на статических данных, они имеют меньший уровень неопределенности, чем КВ.

Оценка неопределенности для каждой категории источников выбросов ПГ согласно с руководствами IPCC-2000 и IPCC-2006 осуществляют по алгоритму, изображенному на рис. 1 [1, 2, 4 – 6].

Используя входные данные, отдельно оценивают неопределенности для ДД и КВ. При отсутствии необходимых данных оценивают общую неопределенность с использованием эмпирических данных и экспертных оценок с уровнем доверия 95%.

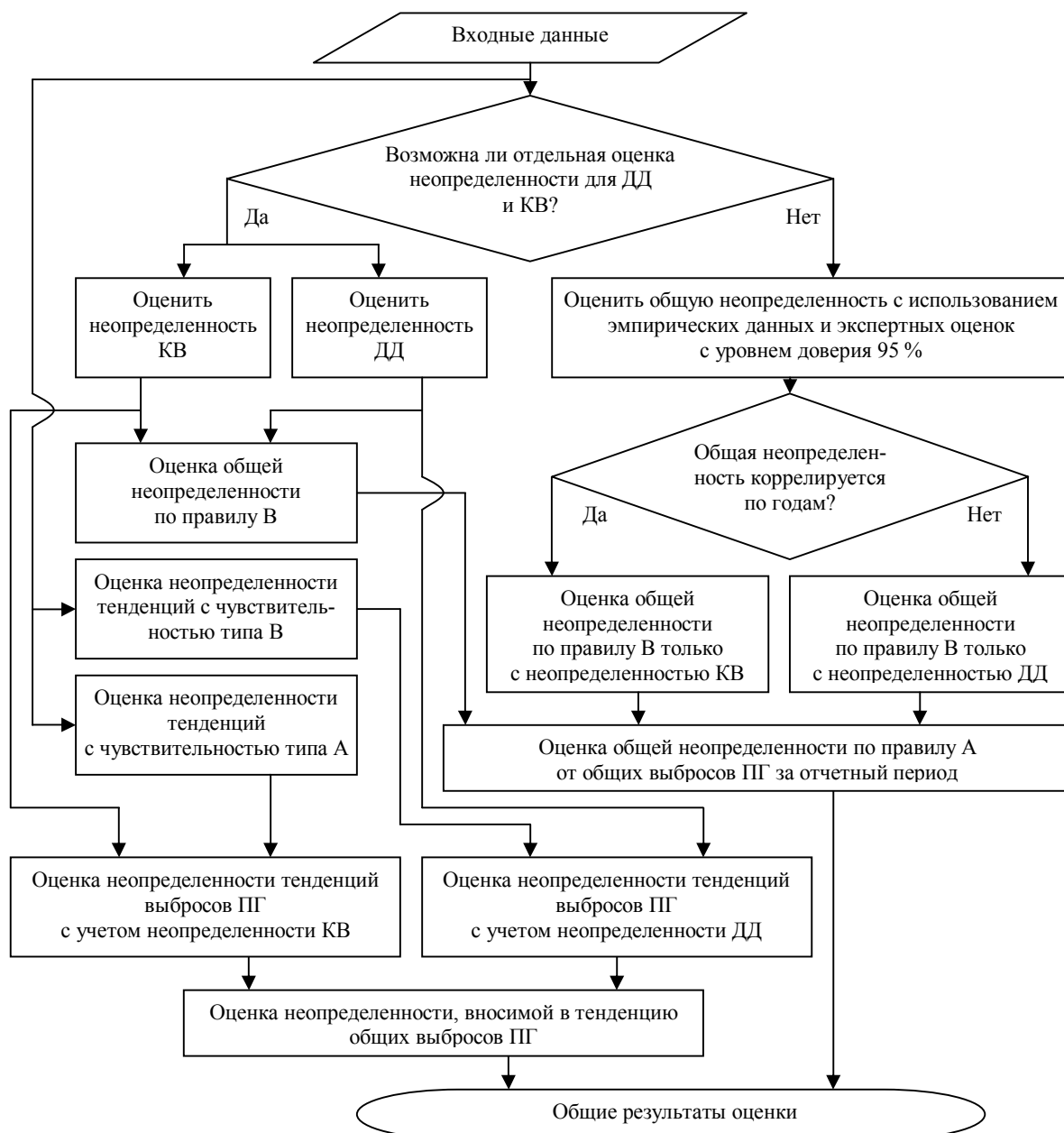


Рис. 1. Алгоритм оценки неопределенности согласно IPCC-2000 и IPCC-2006

Если общая неопределенность коррелируется по годам, оценивают общую неопределенность по правилу В, используя только неопределенность КВ, предполагая, что неопределенность ДД равна 0%, а если не коррелируется – оценивают общую неопределенность по правилу В используя только неопределенность ДД, предполагая, что неопределенность КВ равна 0%.

Оценку общей неопределенности по правилу А (соответствует типу А по GUM) от общих выбросов ПГ за отчетный период осуществляют по формуле:

$$U_T = E_i \cdot U_{\Sigma B} / \sum E_T, \quad (1)$$

где $U_{\Sigma B}$ – общая неопределенность, оцененная по правилу В; E_i – выбросы ПГ от определенной категории источника выбросов в CO_2 -эквиваленте, Гг; E_T – общие выбросы ПГ от всех категорий источников выбросов в CO_2 -эквиваленте, Гг.

Неопределенности тенденций оценивают с чувствительностями по типам А и В.

Чувствительность типа А – это изменение разницы между общими выбросами ПГ в базовом году (для Украины – это 1990 г.) в процентах и текущем году в результате 1%-го увеличения выбросов ПГ от конкретной категории источника и ПГ как в базовый год, так и в текущий год; чувствительность типа В – изменение разницы общих выбросов ПГ между базовым годом и текущим годом в процентах в результате 1%-го увеличения выбросов ПГ от конкретной категории источника и ПГ только в текущий год. Чувствительность типа А оценивают по формуле:

$$c_A = \left(\frac{0,01 \cdot E_i + \sum E_T - (0,01 \cdot E_0 + \sum E_0)}{(0,01 \cdot E_0 + \sum E_0)} \cdot \frac{\sum E_T - \sum E_0}{\sum E_0} \right) \cdot 100, \quad (2)$$

где E_i – выбросы ПГ определенной категории источника выбросов в CO_2 -эквиваленте, Гг; E_T – общие выбросы ПГ от всех категорий источников выбросов в CO_2 -эквиваленте в отчетный год, Гг; E_0 – общие выбросы ПГ от всех категорий источников выбросов в CO_2 -эквиваленте в базовый год, Гг.

Чувствительность типа А (чувствительность, коррелируемая между годами) показывает чувствительность тенденции выбросов ПГ к систематической неопределенности оценки выбросов ПГ. Оценку неопределенности тенденций выбросов ПГ с учетом неопределенности КВ оценивают по формуле:

$$U_{TEF} = c_A \cdot U_{EF}, \quad (3)$$

где U_{EF} – неопределенность КВ.

Если между КВ отсутствует корреляция, используют чувствительность типа В, а результат умножают на $\sqrt{2}$.

Чувствительность по типу В оценивают по формуле:

$$c_B = E_i / \sum E_0. \quad (4)$$

Чувствительность типа В (чувствительность, не коррелируемая между годами) показывает чувствительность тенденции выбросов ПГ к случайной ошибке в оценке выбросов ПГ.

Оценку неопределенности тенденций выбросов ПГ с учетом неопределенности ДД оценивают по формуле:

$$U_{TAD} = \sqrt{2} c_B \cdot U_{AD}, \quad (5)$$

где U_{AD} – неопределенность ДД. Если между ДД есть корреляция используют чувствительность типа А, а результат умножить на $\sqrt{2}$ не нужно.

Оценку неопределенности, вносимой в тенденцию общих выбросов ПГ для определенной категории источника, осуществляют по правилу В по формуле:

$$U_{Ti} = \sqrt{U_{TEF}^2 + U_{TAD}^2}, \quad (6)$$

где U_{TEF} , U_{TAD} – неопределенности тенденций, связанная с КВ и ДД соответственно.

Оценку неопределенности, вносимой в тенденцию общих выбросов ПГ для всех категорий источников, осуществляют по правилу В по формуле:

$$U_T = \sqrt{\sum_i U_{Ti}^2}. \quad (7)$$

2. Основные подходы к оценке неопределенности в метрологических руководствах

Обработку результатов измерений и оценки их неопределенности в общем случае осуществляют согласно с GUM-1993 [3], который приобрел статус неформального международного стандарта, широко используется во многих сферах деятельности и реализует концепцию неопределенности измерения, направленной на стандартизацию процессов обработки и отображения результатов измерений. На основе сравнительного анализа, а также с использованием подходов, описанных в [7, 8], разработан алгоритм, который применяется для оценки неопределенности измерений (рис. 2).

В 2001 г. приняты межгосударственные рекомендации РМГ 43 [9], содержащие положения по применению руководства GUM-1993 [3] и отображающие соответствие между нормами представления результатов измерений, принятых в основополагающих нормативных документах стран СНГ и формой, принятой в руководстве GUM-1993. Национальный стандарт ДСТУ-Н РМГ 43 [10] гармонизован с РМГ 43 и внедрен в Украине в 2007 г.

3. Сравнение основных подходов оценки неопределенности

Несмотря на наличие в руководствах IPCC-2000 и IPCC-2006 ссылок на руководство GUM-1993, проведенный сравнительный анализ показал некоторые различия в подходах к оценке неопределенности. Руководства IPCC-2000 и IPCC-2006 используют для оценки неопределенности правила А и В, которые соответствуют типам А и В по GUM-1993. В то же время в экологических руководствах не используются термины расширенной стандартной неопределенности и коэффициента охвата.

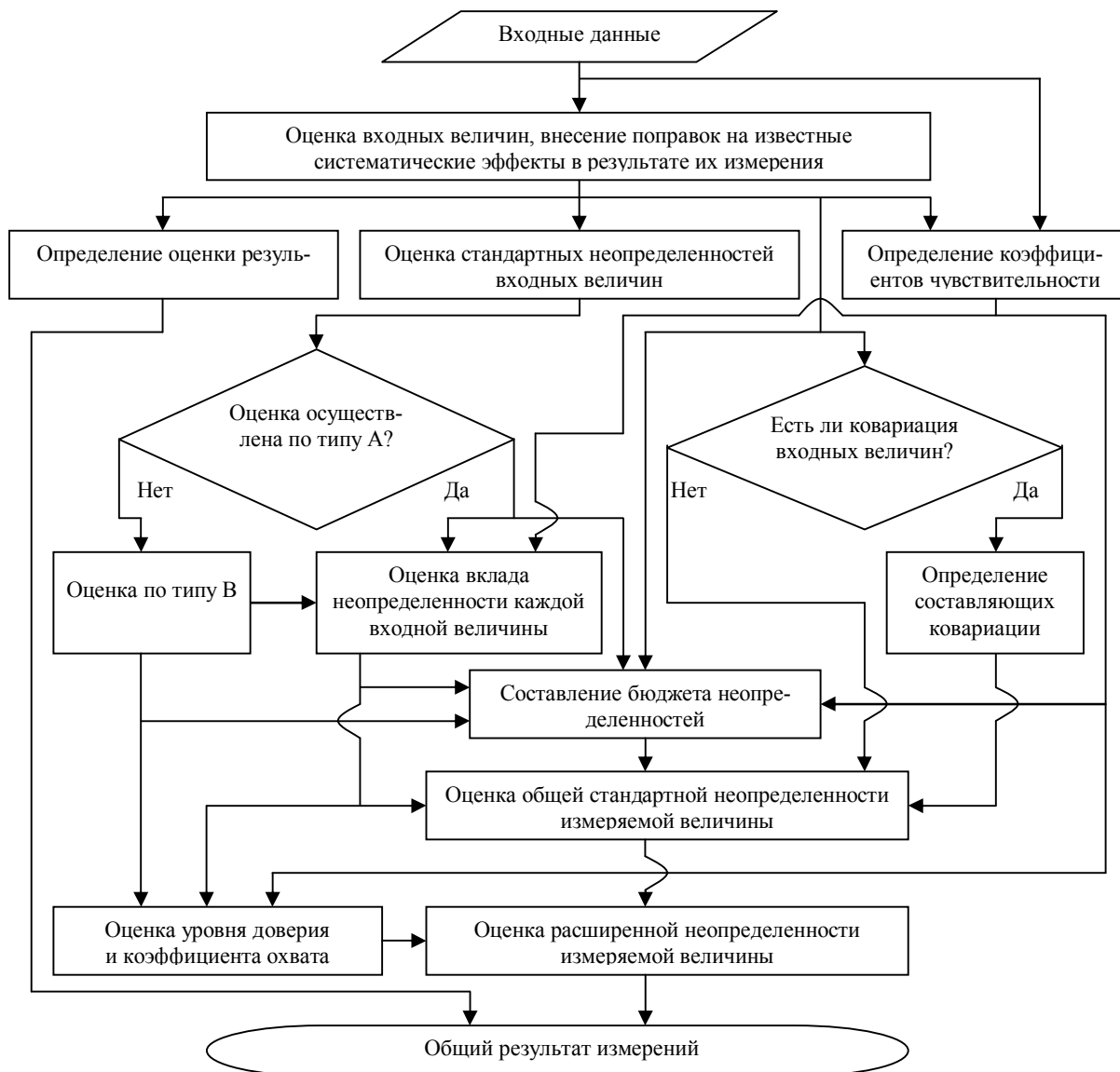


Рис. 2. Алгоритм оценки неопределенности результатов измерений согласно GUM

Хотя в руководствах IPCC-2000 и IPCC-2006 используются упрощенные подходы к анализу неопределенности, однако, имеются особенности применения входных данных.

В руководствах IPCC-2000 и IPCC-2006 применяются специфические подходы к оценке неопределенности тенденций выбросов ПГ, которые предполагают осуществление долговременных наблюдений. Также, в этих руководствах при оценке неопределенности тенденций выбросов ПГ учитывается корреляция входных данных по годам с учетом их чувствительности по типам А и В. Таким образом, общий результат оценки неопределенности, как составляющую, содержит неопределенность тенденций выбросов ПГ.

Выводы

С учетом проведенного сравнительного анализа предлагается при пересмотрах экологических руководств применять подходы руководства GUM-1993 в части представления результатов оценки неопределенности ежегодных кадастров выбросов ПГ.

Список литературы

1. IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. – IPCC. – Switzerland, 2000.
2. IPCC 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. – Published: IGES, Japan, 2006.
3. Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM 1993): 1 ed. – ISO. – Switzerland, 1993. – 101 p.
4. Велычко О.М., Гордієнко Т.Б. Застосування невизначеності вимірювань у міжнародних керівництвах з інвентаризації парникових газів // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2005. – № 4. – С. 36-41.
5. Velychko O., Gordiyenko T. Peculiarities of using metrological terms and SI units in environmental guides // Joint International IMEKO TC1+TC7 Symposium "Metrology and Measurement Education in the Internet Era". – Ilmenau, Germany, 2005 (September 21–24). – P. 124-127.
6. Gordiyenko T., Velychko O. Peculiarities of Using Uncertainty in Environmental Guides // AMUEM 2006. – International Workshop on Advanced Methods for Uncertainty Estimation in Measurement. – Sardinia, Trento, Italy, 2006 (20–21 April). – CD. – 5 p.

7. Захаров И.П. Неопределенность измерения: общие подходы к составлению бюджета неопределенности // Украинський метрологічний журнал. – 2004. – Вип. 2. – С. 10-15.

8. Захаров И. П. Составление бюджета неопределенности прямых измерений // Украинський метрологічний журнал. – 2004. – Вип. 3. – С. 5–11.7.

9. РМГ 43–2001. ГСИ. Применение „Руководства по выражению неопределенности измерения”.

10. ДСТУ–Н РМГ 43:2006. Метрологія. Застосування “Руководства по выражению неопределенности измерений”.

Поступила в редколлегию 11.05.2007

Рецензент: канд. техн. наук, доц. А.Б. Егоров, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.