

## МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ СЕРИЙНОЙ ПРОДУКЦИИ

Е.С. Чернова

ket.zato58@gmail.com

Пензенский государственный университет, Пенза, Российская Федерация

---

### Аннотация

*Выполнен сопоставительный анализ метрологических аспектов контроля серийной продукции в рамках действующих концептуальных моделей неопределенности и погрешности. Выявлена трансформация в оценках достоверности и качества контроля с внедрением в нашей стране концепции неопределенности. Представлены особенности концептуальных моделей неопределенности и погрешности, отличающихся не только своей аксиоматикой, но и нормативно-методологическими принципами. Показано решение нечеткой задачи контроля серийной продукции в условиях погрешности (неопределенности). Дано решающее правило оценки соответствия контролируемой продукции в обоих случаях. Приведена оценка качества принятого при контроле продукции решения «годен / брак». Статья рекомендована специалистам в области контроля качества продукции.*

### Ключевые слова

*Концептуальные модели погрешности / неопределенности, решающее правило, нечеткие задачи, ошибки 1-го и 2-го рода, серийная продукция, оценка соответствия, принятое решение контроля продукции*

Поступила в редакцию 30.05.2017

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017

---

**Введение.** В настоящее время в отечественную метрологическую практику внедряется новая (для нашей страны) концептуальная модель неопределенности измерений, не опровергающая действующую (часто называемую классической) концептуальную модель погрешности. Напротив, эти концептуальные модели одновременно существуют и закреплены действующей нормативной документацией [1]. Однако новая концептуальная модель [2] неопределенности измерений представляет собой эволюцию философии и трактовки понятия «измерение» и связанные с этим понятием многие виды деятельности и широкий круг задач, в частности задач контроля серийной продукции [3].

Концептуальная модель неопределенности измерений (GUM) разработана Объединенным комитетом по руководствам в метрологии (JCGM)<sup>1</sup>, возглавляемым директором Международного бюро мер и весов (BIPM) и сформированным семью международными организациями:

- Международной электротехнической комиссией (IEC);
- Международной федерацией клинической химии и лабораторной медицины (IFCC);

---

<sup>1</sup> Рабочей группой JCGM (JCGM / WG1) «Неопределенность измерения».

- Международной кооперацией по аккредитации лабораторий (ILAC);
- Международной организацией по стандартизации (ISO);
- Международным союзом по теоретической и прикладной химии (IUPAC);
- Международным союзом по теоретической и прикладной физике (IUPAP);
- Международной организацией по законодательной метрологии (OIML).

В настоящее время концепция неопределенности измерения одобрена международным метрологическим сообществом.

Эпоха глобального рынка ставит задачу обеспечения единства измерений в широком масштабе: вопрос правильного понимания новых концептуальных представлений и понятий в рамках этой концепции является особенно актуальным.

Концепция GUM отличается от концепции погрешности не только своей аксиоматикой, но и нормативно-методологическими принципами. В статье проведен сопоставительный анализ метрологических аспектов контроля серийной продукции в рамках действующих концептуальных моделей неопределенности и погрешности.

**Отличительные особенности концептуальных моделей неопределенности и погрешности.** Основопологающим понятием классической концептуальной модели является погрешность  $\Delta$ , определяемая по формуле

$$\Delta X = X_{\text{изм}} - X_0,$$

$\uparrow$   
 $X_d$

где  $X_0$ ,  $X_d$  — соответственно истинное и действительное (условно принятое истинное) значения измеряемой ФВ;  $(\delta; X_d) \rightarrow (\delta; X_0)$ ,  $\delta(\cdot)$  — дельта-функция Дирака с полюсом в точке  $X_0$ . Неопределенность определяется в соответствие [JCGM 200:2008 (VIM) 2.26] [4, п. 4.2] как «*неотрицательный параметр, характеризующий рассеяние значений величины, приписываемых измеряемой величине на основании используемой информации*» (отметим, что погрешность по знаку может быть как положительной, так и отрицательной).

Различие двух концептуальных подходов в оценивании интервала гарантированного нахождения результата измерения проявляется в трактовке неопределенности и характеристик погрешности. Это объясняется использованием двух нечисловых шкал, связанных:

- с результатом измерения (концепция погрешности; показатель точности относится к процессу измерения);
- значением измеряемой величины (концепция неопределенности; показатель точности относится к объекту измерения).

Неопределенность результата измерения является его неотъемлемым свойством [1] независимо от выбранной модели описания его качества, и в этом смысле термин «неопределенность результата измерения» корректен как в случае использования концепции погрешности, так и в случае обращения к кон-

цепции неопределенности. Определение оценки погрешности и принадлежащей этой оценке неопределенности иллюстрирует совместимость и непротиворечивость этих двух концептуальных моделей, поскольку обе модели описывают один и тот же объект измерения.

Присущая результату измерений неопределенность приводит к неопределенности принятия решения в отношении объекта контроля [5], что обуславливает отнесение задач контроля к нечетким задачам.

**Оценка соответствия в условиях погрешности / неопределенности.** Вопросы достоверности и качества контроля, назначения приемочных границ с учетом метрологических характеристик систем контроля в соответствии с концепцией погрешности рассмотрены в работе [6]. Однако концепция неопределенности дает отличную от концепции погрешности интерпретацию показателей качества результатов контроля [7]. На смену принятой композиции (рис. 1) функции плотности вероятности контролируемого параметра (к.п.)  $x$  и функции плотности вероятности погрешности  $\Delta$  приходит подход на основе отражения физического свойства (к.п.) объекта контроля в новую систему координат, связанную с этим свойством.

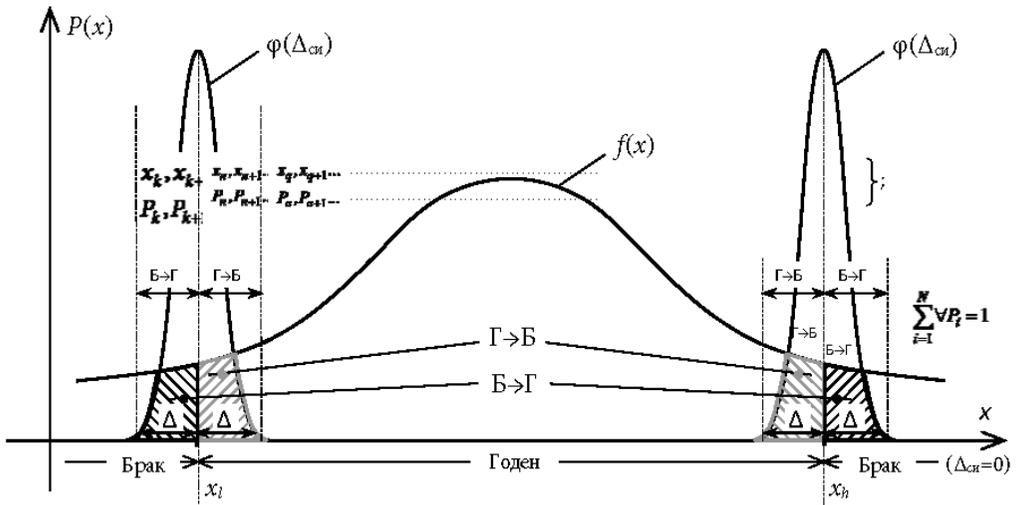


Рис. 1. Система отсчета связана с результатом измерения (концептуальная модель погрешности)

Рассмотрим решение задачи оценки соответствия серийной продукции в условиях погрешности / неопределенности.

Как и в первом случае, исходное решающее правило имеет вид

$$x_l \leq x \leq x_h, \tag{1}$$

где  $x_l, x_h$  — соответственно нижний (low) и верхний (high) предельные допустимые значения к.п.



$$\varphi^{-1}[\varphi_0(x_l)] \leq \varphi^{-1}[\varphi(x)] \leq \varphi^{-1}[\varphi_0(x_h)],$$

где  $\varphi^{-1}(\cdot)$  — оператор обратного преобразования (на ось к.п.). Приведенные преобразования к.п. в новой системе отсчета, связанной с контролируемым свойством, определяют нечеткость получаемых результатов контроля в условиях неопределенности измерений.

**Выводы.** Проведен сопоставительный анализ основных представлений концептуальных моделей погрешности и неопределенности для нечетких задач формирования оценки соответствия в контексте международных норм и соглашений. Выполненный анализ позволил выявить трансформацию в оценках достоверности и качества контроля серийной продукции с внедрением в нашей стране концепции неопределенности.

## Литература

- [1] Ординарцева Н.П. Погрешность неопределенности или неопределенность погрешности. *Законодательная и прикладная метрология*, 2012, № 6, с. 41–44.
- [2] Ординарцева Н.П. Математическая модель измерительной задачи. *Известия ЮФУ. Технические науки*, 2012, № 5(130), с. 90–94.
- [3] Ehrlich C., Dybkaer R., Wöger W. Эволюция философии и трактовки понятия «измерение». *Главный метролог*, 2016, № 1, с. 8–30.
- [4] Слаев В.А., Чуновкиной А.Г., ред. *Введение к «Руководству по выражению неопределенности измерения» и сопутствующим документам. Оценивание данных измерений.* Санкт-Петербург, Професионал, 2011, 43 с.
- [5] Ординарцева Н.П. Нечеткие регрессионные задачи в условиях неопределенности. *Радиопромышленность*, 2013, № 2, с. 88–95.
- [6] Ординарцева Н.П. Метрологические аспекты технического контроля в инженерных расчетах. *Измерительная техника*, 1993, № 5, с. 6–7.
- [7] Ординарцева Н. П., Фурман О.В. Формирование результата измерения в условиях неопределенности. *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион*, 2012, № 3(23), с. 55–61.

**Чернова Екатерина Сергеевна** — магистрантка кафедры «Информационно-измерительная техника и метрология», Пензенский государственный университет, Пенза, Российская Федерация.

**Научный руководитель** — Н.П. Ординарцева, канд. техн. наук, доцент кафедры «Информационно-измерительная техника и метрология», Пензенский государственный университет, Пенза, Российская Федерация.

## METROLOGICAL ASPECTS OF QUALITY CONTROL SYSTEMS IN BATCH PRODUCTION

E.S. Chernova

ket.zato58@gmail.com

Penza State University, Penza, Russian Federation

### Abstract

The article deals with a comparative analysis of metrological aspects of quality control in batch production in the framework of existing conceptual models of uncertainty and error. We detect a transformation in the estimation of reliability and quality of control following the introduction of the concept of uncertainty. We present specifics of conceptual models of uncertainty and error that differ not only in their axiomatic system but also in their normative metrological principles. We show how to solve a fuzzy problem of quality control in batch production in the context of error (uncertainty). We provide a decision rule for estimating conformity of the product undergoing inspection in both cases. We supply a quality evaluation of the pass/fail decision taken during product quality control. The article may be useful for specialists in the field of product quality control.

### Keywords

Conceptual models of error and uncertainty, decision rule, fuzzy problems, type I and type II errors, batch production, conformity assessment, product quality control decision

© Bauman Moscow State Technical University, 2017

### References

- [1] Ordinartseva N.P. Error measurements of uncertainty or uncertainty of error measurement. *Zakonodatel'naya i prikladnaya metrologiya*, 2012, no. 6, pp. 41–44.
- [2] Ordinartseva N.P. Mathematical model of measurement task. *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki* [Izvestiya SFedU. Engineering Sciences], 2012, no. 5(130), pp. 90–94.
- [3] Ehrlich C., Dybkaer R., Wöger W. Evolution of philosophy and of the “measurement” conception representation. *Glavnyy metrolog*, 2016, no. 1, pp. 8–30.
- [4] Slaev V.A., Chunovkinoy A.G., ed. Vvedenie k «Rukovodstvu po vyrazheniyu neopredelenosti izmereniy» i sopushtvuyushchim dokumentam. Otsenivanie dannykh izmereniy [Introduction to “Guidelines for measurement uncertainty expression” and related documents. Assessment of measurement data]. Sankt-Petersburg, Professional publ., 2011, 43 p.
- [5] Ordinartseva N.P. Fuzzy regression tasks in uncertainty conditions. *Radiopromyshlennost'* [Radio industry], 2013, no. 2, pp. 88–95.
- [6] Ordinartseva N.P. Metrological aspects of quality control in engineering calculations. *Izmeritel'naya tekhnika*, 1993, no. 5, pp. 6–7. (Eng. version: *Measurement Techniques*, 1993, no. 5, pp. 488–491.)
- [7] Ordinartseva N.P., Furman O.V. Formation of measurement result in condition of uncertainty. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region* [University proceedings. Volga region. Technical sciences], 2012, no. 3(23), pp. 55–61.

**Chernova E.S.** — Master's degree student, Department of Data Measuring Equipment and Metrology, Penza State University, Penza, Russian Federation.

**Scientific advisor** — N.P. Ordinartseva, Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Professor, Department of Data Measuring Equipment and Metrology, Penza State University, Penza, Russian Federation.