

ОБЗОР НА ОСНОВНИТЕ ПОНЯТИЯ И ТЕРМИНИ, ИЗПОЛЗВАНИ ЗА ОЦЕНКА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ НА ИЗМЕРВАТЕЛНИТЕ СРЕДСТВА

Димка К. Василева

Технически Университет - Варна
Варна, България
d.vasileva@tu-varna.bg

РЕЗЮМЕ—Съвременната техника и машиностроене се характеризират с непрекъснато нарастващи изисквания за точност, надеждност и други показатели за качество на продуктите. Едно от условията за подобряване на качеството на изделията е метрологичното осигуряване на производството на инженерните продукти и разработването на производителни, надеждни средства за измерване, осигуряващи надежден контрол на контролираните параметри. В статията е направен преглед на основните термини и определения, свързани с анализ и оценка на възможностите на измервателните средства.

Ключови думи: измерване, измервателни средства, анализ на измервателната система

OVERVIEW OF BASIC CONCEPTS AND TERMS USED FOR ASSESSMENT OF THE POSSIBILITIES OF MEASURING DEVICES

Dimka K. Vasileva

Technical University of Varna
Varna, Bulgaria
d.vasileva@tu-varna.bg

ABSTRACT—The contemporary engineering and instrumental engineering are characterized by continuously increasing requirements for accuracy, reliability and other indicators of the quality of products. One of the conditions for improving the quality of articles is a metrological provision of production of engineering products and developing a productive, reliable measuring devices, providing reliable control of the measured parameters. This paper gives an overview of basic terms and definitions related to analysis and assessment capabilities of measuring devices.

Keywords: measuring, measuring devices, measuring system analysis (MSA)

1. ВЪВЕДЕНИЕ

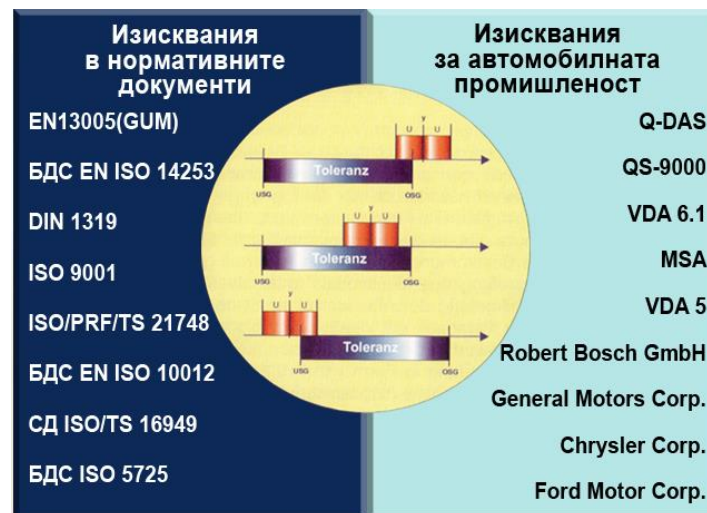
„Ако Вие не знаете възможностите на дадена измервателна система, вие не знаете дали вашите измервания или продукти са годни или негодни”, Дейвид Кросби

David C. Crosby, “If you don’t know the capability of your measurement system, you don’t know if your measurements, or your products, are good or bad”

В тази мисъл се съдържа необходимостта от оценка възможностите на измервателните средства, т.к. процесът на измерване е процес на получаване на измерената стойност по специфичен начин, използвайки измервателни уреди или инструменти. За да се получат достоверни резултати измерването трябва да се извършва с правилно избрани методи и средства за измерване. За тази цел се извършва анализ на процеса на измерване, при което се оценява влиянието на всички фактори, участващи в процеса на измерване и се определя годността на процеса на измерване за конкретна метрологична задача, т.к. един неподходящ процес на измерване изопачава реалността и направените заключения. Ето защо цел на настоящия доклад е изясняване на изискванията за оценка възможностите на процесите на измерване и на измервателните средства, дадени в нормативните документи и свързаната с това терминология.

2. ИЗИСКВАНИЯ В НОРМАТИВНИТЕ ДОКУМЕНТИ ЗА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ НА ИЗМЕРВАТЕЛНИТЕ СРЕДСТВА

Във връзка с оценката на възможностите на процесите на измерване и измервателните средства са разработени нормативни документи и ръководства, в които се дават не само изискванията, но и процесът на оценяване годността на процесите на измерване (фиг.1).



Фиг. 1. Изискванията в нормативните документи и насоките в автомобилната промишленост

2.1 Изисквания в нормативните документи:

а) EN 13005 (GUM - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement) „Ръководство за изразяване на неопределеността при измерванията“. В това ръководство са дадени подробно теоретичните разсъждения, свързани с неопределеността при измерване и на практика е почти неприложим, т.к. част от факторите, влияещи върху неопределеността се описват със сложни зависимости и модели. Това е наложило разработването на допълнителни материали за оценка на възможностите на ИС.

б) БДС EN ISO 14253 Geometrical Product Specifications (GPS) „Изисквания към геометрията на продукти“;

- Част1: Правила за вземане на решения за доказване на съответствие или несъответствие с изискванията;

- Част2: Ръководство за оценяване на неопределеността при измерване на геометрични параметри при калибриране на средства за измерване и при проверка на продукт;

- Част 3: Ръководство за постигане на съгласие на изразената неопределеност на измерване.

c) DIN 1319;

- Част 1: Основни понятия за измерване;

- Част 2: Определяне изискванията за измервателните средства и техните приложения в областта на метрологията;

- Част 3: Определяне на стойността на един параметър и неопределеността на измерването чрез анализ на измерванията;

- Част 4: Влияние на неопределеността върху оценката на измерванията;

d) ISO/PRF/TS 21748 Ръководство за оценка на повторемостта, възпроизводимостта и истинността при оценяване на неопределеността на измерването. Този документ дава насоки за оценка на неточностите в измерването, с помощта на данни, получени от проведени изследвания.

e) БДС EN ISO 9001 „Системи за управление на качеството. Изисквания“. Една от целите на системата по качество е да се осигури достоверност на измерванията, които се извършват в производството. ISO 9001 дава съответните насоки – периодично проверяване или калибриране на средствата за измерване, регистриране на състоянието и др., но указания как това да се реализира в стандарта няма. В помощ при създаване на процедурите за контрол на средствата за наблюдение и измерване се използва стандартът ISO 10012. Там са посочени изискванията към осигуряване на качеството на процесите и средствата за измерване.

f) БДС EN ISO 10012 „Системи за управление на измерванията. Изисквания за процесите на измерване и техническите средства за измерване“. Този международен стандарт

определя изискванията и е ръководство за управлението на процесите на измерване и метрологичното потвърждаване на техническите средства за измерване, които се използват, за да помогнат и демонстрират съответствие с метрологичните изисквания. Той определя изискванията за управлението на качеството на система за управление на измерванията, които могат да се използват от организацията, представяща измерванията като част от общата система за управление, както и да се гарантира удовлетворяване на метрологичните изисквания.

g) СД ISO/TS 16949 „Системи за управление на качеството. Конкретни изисквания за прилагането на ISO 9001 при серийното производство и производството на резервни части за автомобилната промишленост“. Стандартът ISO/TS 16949 е базиран на автомобилните каталози QS-9000(САЩ) и VDA6.1(Германия), но не ги замества. Той определя изискванията за качество на системата за управление за проектиране и разработка, производство и, когато е приложимо, монтаж и сервиз на продукти, свързани с автомобилната индустрия.

h) БДС ISO 5725 „Точност (истинност и прецизност) на методи и резултати от измерване“

- Част 1: Общи принципи и определения;

- Част 2: Основен метод за определяне на повторемост и възпроизводимост на стандартен метод за измерване;

- Част 3: Междинни мерки на прецизността на стандартен метод за измерване;

- Част 4: Основни методи за определяне на истинността на стандартен метод за измерване;

- Част 5: Алтернативни методи за определяне на прецизността на стандартен метод за измерване;

- Част 6: Използване на стойности за точност в практиката.

Целта на серията стандарти БДС ISO 5725 е:

- да опише основните принципи за разбиране на оценяването на точността (истинността и прецизността) на методите и резултатите от измерванията;
 - да предостави процедура за получаване на междинни мерки за прецизност, като задава условията за тяхното приложение и методите за тяхното оценяване;
- i) да предостави основни методи за определяне на истинността на даден метод за измерване.



Фиг. 2. Изисквания към измервателните средства

2.2 Документи, свързани с изискванията за измерванията в автомобилната промишленост:

- a) Q-DAS GmbH (Ръководство за автомобилната индустрия) „Възможност за проверка на измервателни системи“;
- b) QS-9000 (Quality System Requirements) „Контрол на проверката, на оборудването, измерване и изпитване“ - базира се на версиите ISO 9001, но съдържа допълнителни изисквания, специфични за автомобилната индустрия. Стандартът изисква производствените процеси да се дефинират, отработят, направят по-ефективни и да се съхраняват всички резултати от измерването на параметрите на процеса и продукта, както и да се даде възможност за достъп на потребителите до тях. Освен като задължителен за системите по качеството в автомобилната промишленост QS-9000 може да се прилага и при управление на средствата за измерване, контрол и изпитване в универсалните системи за управление на качеството по ISO 9001;
- c) VDA 6.1 „Изисквания за управление на измервателните средства в системите за управление на качеството, разработени за автомобилната промишленост, аналогично на ISO 9001“;
- d) MSA (Measurement System Analysis – Анализ на измервателните системи) „Въведение в системата за анализ на измерванията“. Методите за анализ на измервателните средства са стандартизирани за автомобилната промишленост. Целта им е да се оценят статистически възможностите на измервателните средства и качеството на контрола. Методите за анализ на измервателните системи са приложими във всички области на промишления контрол за осигуряване на качеството на измерванията и от там за тоталното качество.
- e) VDA 5 (Verband Der Automobilindustrie) „Възможности на измервателния процес“;
- f) Robert Bosch GmbH (Осигуряване на качеството в Bosch-Gruppe) „Възможност за процеса на измерване и изпитване“;
- g) Chrysler Corp., Ford Motor Corp., General Motors Corp. „Ръководство за анализ на измервателните средства“;

3. ПРЕГЛЕД НА ОСНОВНИТЕ ПОНЯТИЯ И ТЕРМИНИ, СВЪРЗАНИ С ВЪЗМОЖНОСТИТЕ НА ИЗМЕРВАТЕЛНИТЕ СРЕДСТВА

При оценяване възможностите на измервателните процеси и на измервателните средства се използват следните понятия:

Точност (Accuracy) - точността представлява степента на съвпадение между стойност на величина, получена чрез измерване и истинската стойност на измерваната величина (Фиг. 3).



Фиг. 3. Точност

Прецизност (Precision) - прецизността се дефинира като степен на съвпадане между измерени стойности на величина, получени чрез повтаряне на измерванията при определени условия (Фиг. 4).



Фиг. 4. Прецизност

Истинска стойност (True value) - истинската стойност се отнася до степента на съвпадане на средноаритметичната стойност на получените резултати, при голям брой измервания с истинската стойност на измерваната величина (Фиг. 5).



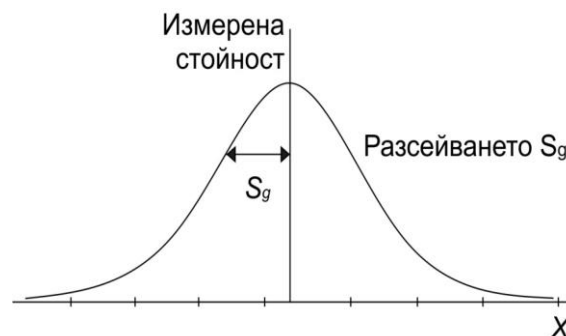
Фиг. 5. Истинска стойност

Неопределеност (Uncertainty) - неопределеността е параметър, характеризиращ разсейването на стойностите на величината, които могат да бъдат приписани на измерваната величина на основа на използваната информация (Фиг. 6).



Фиг. 6. Неопределеност

Разсейване/Разделителна способност (Resolution) - Разсейването/разделителната способност представлява най-малкото изменение на стойността на величината, измерена със системата за измерване, което предизвиква доловимо изменение в съответстващото показание (Фиг. 7).



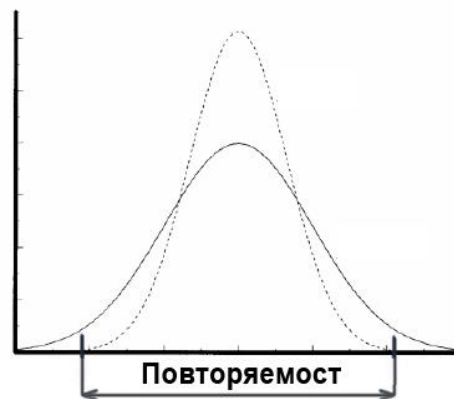
Фиг. 7. Разсейване / Разделителна способност

Отклонение (Bias) - отклонението е разликата между средната стойност на измервания параметър на едно изделие с едно измервателно средство и действителната стойност на параметъра (Фиг. 8).



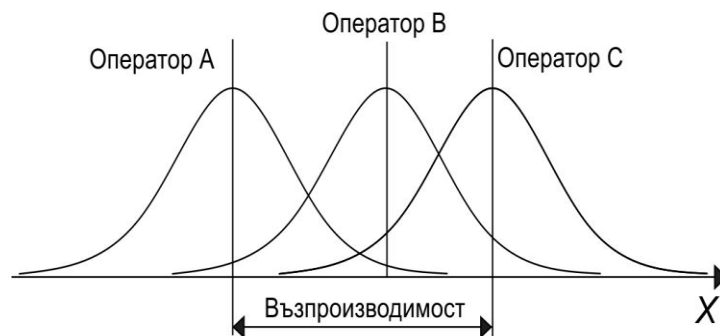
Фиг. 8. Отклонение

Повторяемост (Repeatability/Reliability/Equipment Variation - EV) - повторяемостта характеризира степента на съвпадане на резултатите от последователни измервания на една и съща измервана величина, извършени при едни и същи условия на измерване (Фиг. 9).



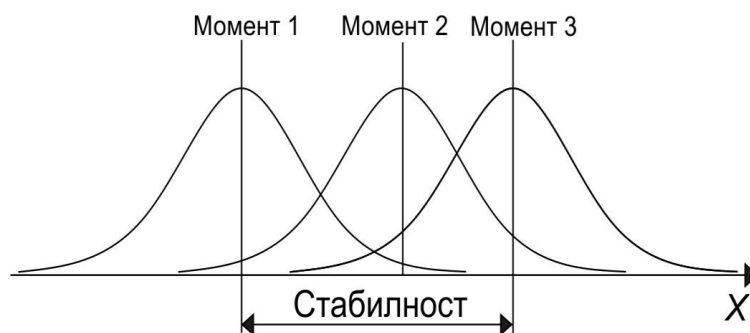
Фиг. 9. Повторяемост

Възпроизводимост / Сравнителна прецизност (Reproducibility/Appraiser Variation - AV) - възпроизводимостта характеризира степента на съвпадане на резултатите от последователни измервания на една и съща измервана величина, извършени при променящи се условия на измерване (Фиг. 10).



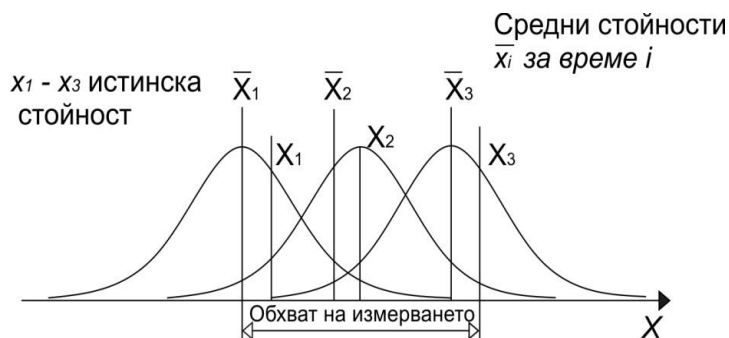
Фиг. 10. Възпроизводимост

Стабилност (Stability) - стабилността е способност на системата за измерване да поддържа своите метрологични характеристики постоянни във времето (Фиг. 11).



Фиг. 11. Стабилност

Линейност (Linearity) - линейността е мярка за непостоянство на отклонението в обхвата на контрол (напр. допусковото поле) – Фиг. 12.



Фиг. 12. Линейност

Тези термини и определения са дадени в (Радев 2008, Международен речник на основните и общи термини по метрология 2005, Measurement Systems Analysis – MSA 2010).

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Прегледът на нормативните документи, показва, че в една част от тях са дадени общи изисквания за управлението на средствата за измерване и за тяхната проверка и калибриране, а конкретни изискванията за възможностите на ИС за решаване на конкретни метрологични задачи са дадени само в нормативните документи, разработени и прилагани в автомобилната промишленост. Извършването на качествени измервания изисква тяхното познаване и правилно прилагане.
- Прегледът на термините и определенията свързани със възможностите на ИС показва, че няма единна терминология в различните източници;
- Независимо, че оценката на възможностите на измервателните средства при решаването на конкретна метрологична задача до сега се изисква само от нормативните документи, свързани с автомобилната промишленост, тяхното прилагане в други отрасли ще доведе до повишаване на достоверността на измерванията и съответно грешките от 1-ви и 2-ри род, т. к. в тях са представени удобни за практиката методи за оценка.

5. ЛИТЕРАТУРА

Радев Х., Метрология и измервателна техника (2008), Книга-справочник в 3 тома, том 1, Софтрейд, София.

Съюз на Метролозите в България, Международен речник на основните и общи термини по метрология (2005).

A.I.A.G; Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corp. Measurement Systems Analysis (2010), Michigan, USA.

Ford Motor Co.: EU 1880 Richtlinie für die Fähigkeit von Messsystemen und Messmitteln (2013) Köln, Oktober.

General Motors Corp. GMPT Specification MS 1 Abnahme von Messsystemen (2010) Adam Opel AG Rüsselsheim.

VDA - Verband der Automobil industrie VDA Volume 5 Capability of Measurement Processes, 1st and 2nd edition (2003, 2010).

Robert Bosch GmbH Booklets „Quality management in the Bosch group“ booklet no. 10
Capability of Measurement and Test Processes. Stuttgart (2010).