

УДК 006.91

Т.П. Петкова, И.К. Христов, Б.И. Борисов, С.Т. Петров

АЭС Козлодуй” ЕАД, Козлодуй, Болгария

## ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ПОСРЕДСТВОМ УЧАСТИЯ В МЕЖЛАБОРАТОРНЫХ СЛИЧЕНИЯХ

В докладе рассматриваются вопросы подтверждения измерительных и калибровочных возможностей лабораторий путем участия в межлабораторных ключевых сличениях на национальном уровне. Представлен анализ результатов измерений ключевых сличений в области температурных и электрических измерений и анализ степени эквивалентности лабораторий и их неопределенности. Рассматриваются используемые методы измерений и методики обработки результатов измерений.

**Ключевые слова:** межлабораторные сличения, калибровка.

### Введение

Основным направлением в работе отдела “Метрологическое обеспечение” является поверка и калибровка средств и систем измерений в АЭС “КОЗЛОДУЙ”, которая осуществляется пятью лабораториями по видам измерений:

- электрические и радиотехнические;
- температурные;
- механические и физико-химические;
- измерение параметров давления, уровня и вместимости;
- ионизирующие лучения.

В связи с подготовкой нашего отдела к аккредитации на право проведения калибровочных работ, для подтверждения компетентности и заявленных СМС данных, наши лаборатории участвуют в межлабораторных ключевых сличениях на национальном уровне, организатором которых является Национальный центр метрологии и Болгарский институт метрологии. В качестве пилотной лаборатории выступают лаборатории Болгарского Национального центра метрологии. Они имеют первичные эталоны, участвуют в международных ключевых сличениях и уже подтвердили свои СМС данные в соответствующих областях.

### Изложение основного материала

Оценку результатов каждого участника проводят по модифицированному критерию  $E_n$ , который определяют по формуле:

$$E_n = \frac{X_{\text{lab}} - X_{\text{ref}}}{\sqrt{U_{\text{lab}}^2 - U_{\text{ref}}^2}}$$

Если значение  $E_n$  не превышает 1, то это является подтверждением данной лабораторией заявленного уровня точности и результат считается положительным.

Референтные значения определяются пилотной лабораторией как среднее арифметическое значение

двух измерений в начале и в конце сличений:

$$X_{\text{ref}} = \frac{X_1 + X_2}{2}$$

Стандартная неопределенность референтного значения определяется по формуле

$$u_{\text{ref}} = \sqrt{u^2(X_{\text{ref}}) + u^2(X_{\text{stab}})},$$

где  $u(X_{\text{ref}})$  – стандартная неопределенность, полученная при калибровке эталона сравнения в соответствующей точке калибровки;  $u(X_{\text{stab}})$  – среднеквадратичная неопределенность от нестабильности транспортируемого эталона за время проведения сличений:

$$u(X_{\text{stab}}) = \frac{\Delta X_1 - \Delta X_2}{\sqrt{3}}$$

или

$$u(X_{\text{stab}}) = \frac{\Delta X_{\text{max}}}{\sqrt{3}}$$

Расширенная неопределенность референтного значения определяется по формуле:

$$U_{\text{ref}} = 2u_{\text{ref}}$$

В 2012 г. были проведены ключевые сравнения в области температурных измерений и электрических измерений.

**Калибровка цифрового термометра** производителя “ДанТЕС 21”, тип DTP09A с диапазоном измерения от минус 20°C до 100°C и разрешающей способностью 0,0001°C. Пилотная лаборатория подготовила транспортируемый эталон сравнения – цифровой термометр, определила его значения до и после сличений, оценила стабильность эталона и соответствующие неопределенности. В сличениях участвовали десять лабораторий. Лаборатории проводили измерения каждая согласно своей методике калибровки по круговой схеме (рис. 1).

В табл. 1 и 2 приведены отклонения результатов измерений участвующих лабораторий, их расширенные неопределенности и критерий  $E_n$  при 0°C и 100°C.

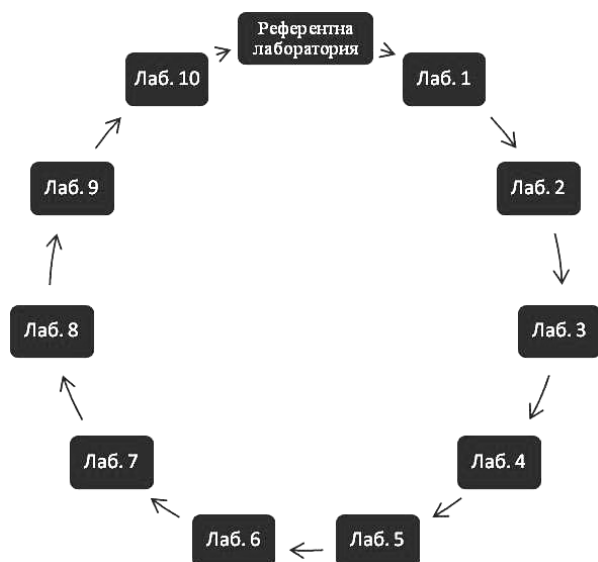


Рис. 1. Круговая схема ключевых сличений

На рис. 2-5 представлены диаграммы обобщенных результатов измерений. Наша лаборатория участвовала в сличениях под кодом 28. Пять из десяти, в том числе и наша лаборатория выполняют критерий удовлетворительных результатов ( $E_n \leq 1$ ) в двух точках калибровки. Таким образом, подтверждается качество наших измерений.

Каждая лаборатория, не подтвердившая свою точность, проводит анализ своих результатов и пытается найти причину значительных отклонений от референтного значения.

**Калибровка цифрового мультимера WAVE-ТЕК 1281** в диапазоне измерений от 1 мА до 1А, от 10 Ω до 100 МΩ с разрешающей способностью 6 ½ разряда. В сравнении участвовали шесть лабораторий. Наша лаборатория участвовала под кодом 88. На рис. 6 и 7 представлены диаграммы обобщенных результатов измерений всех лабораторий.

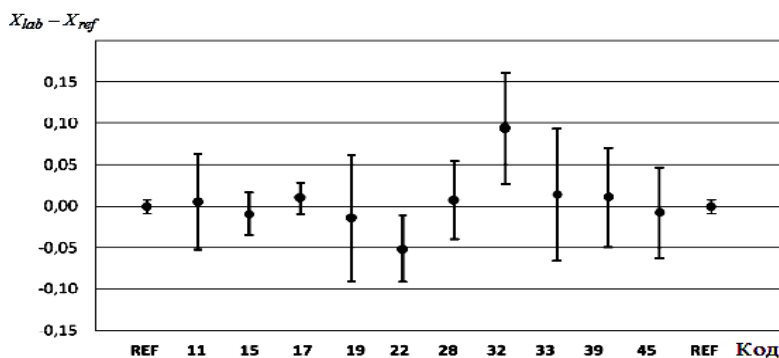


Рис. 2. Диаграмма результатов измерений при 0 °C

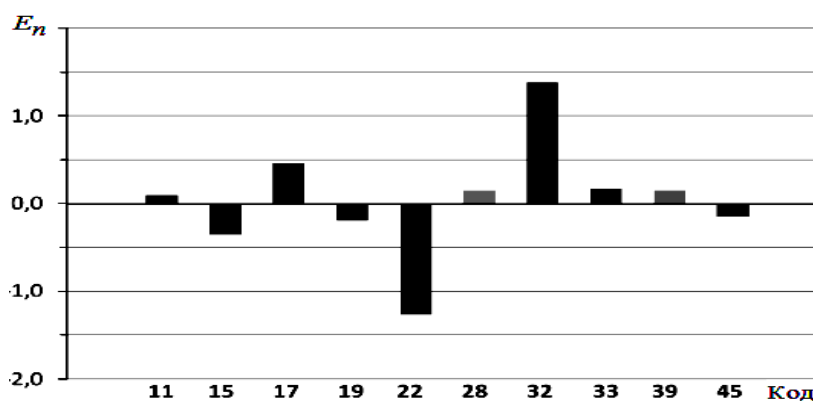


Рис. 3. Значения  $E_n$  при 0 °C

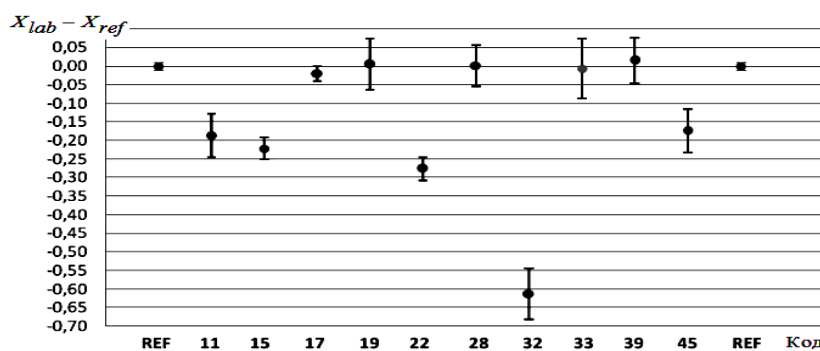


Рис. 4. Диаграмма результатов измерений при 100 °C

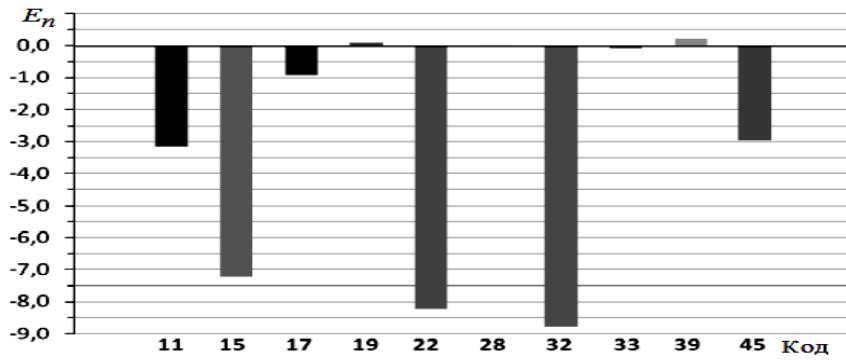


Рис. 5. Значения  $E_n$  при  $100\text{ }^\circ\text{C}$

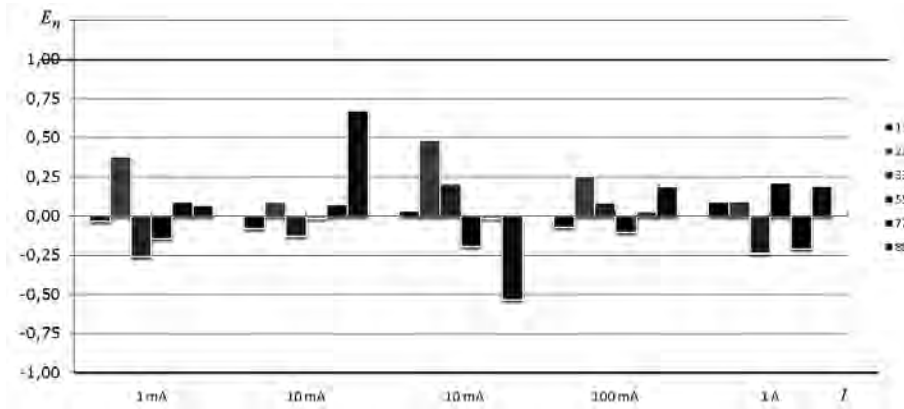


Рис. 6. Значения  $E_n$  от величины силы тока  $I$

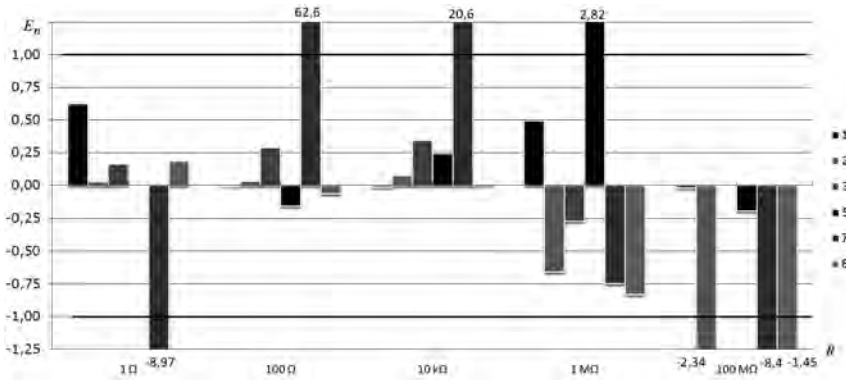


Рис. 7. Значения  $E_n$  от величины сопротивления  $R$

Таблица 1

Результаты измерений в лабораториях при  $0\text{ }^\circ\text{C}$

Код лаборатории	11	15	17	19	22	28	32	33	39	45	REF
$X_{lab} - X_{ref}$	0,0057	-0,0095	0,0096	-0,0145	-0,0515	<b>0,0072</b>	0,0936	0,0136	0,0106	-0,0083	0,0000
$U_{lab}$	0,058	0,026	0,019	0,076	0,040	<b>0,047</b>	0,067	0,080	0,060	0,055	0,008
$E_n$	0,10	-0,35	0,47	-0,19	-1,26	<b>0,15</b>	1,39	0,17	0,17	-0,15	-

Таблица 2

Результаты измерений в лабораториях при  $100\text{ }^\circ\text{C}$

Код лаборатории	11	15	17	19	22	28	32	33	39	45	REF
$X_{lab} - X_{ref}$	-0,1861	-0,2218	-0,0202	0,0049	-0,2762	<b>0,0016</b>	-0,6122	-0,0071	0,0148	-0,1743	0,0000
$U_{lab}$	0,058	0,029	0,020	0,068	0,032	<b>0,056</b>	0,069	0,080	0,061	0,058	0,010
$E_n$	-3,16	-7,23	-0,90	0,07	-8,23	<b>0,03</b>	-8,78	-0,09	0,24	-2,96	-

Особенности межлабораторных сличений заключаются в том, что они проводятся с использованием одной методики калибровки, в регламентированных условиях, используются средства калибровки одинакового уровня точности, измерения выполняются специалистами высокой квалификации, организатором сличений устанавливается одинаковое для всех участников количество результатов измерений.

Почти все участвующие в ключевом сличении лаборатории выполняют критерий удовлетворительных результатов ( $E_n \leq 1$ ) во всех точках калибровки измерения постоянного тока DCI.

Для величины DCR только две лаборатории выполняют критерий удовлетворительных результатов ( $|E_n| \leq 1$ ) во всех точках калибровки. Лаборатория под кодом 77 не выполняют критерий удовлетворительных результатов ( $|E_n| > 1$ ) в четырех точках из пяти. Эта лаборатория переоценила свою расширен-

ную неопределенность и допустила грубые ошибки и промахи. Для точки 100 МΩ обнаружена недостаточная стабильность эталона и для принятия ее результатов проведено дополнительное обсуждение.

Участие в национальных межлабораторных сличениях является исключительно важным элементом системы обеспечения качества измерений и оценкой компетентности калибровочных лабораторий в АЭС “КОЗЛОДУЙ”.

### **Список литературы**

1. ВІМ-Е-DCІR-2012-01. Окончательный доклад о межлабораторных ключевых сличениях электрических величин.

2. ВІМ-Т-DCІR-2012-01. Окончательный доклад о межлабораторных ключевых сличениях температурных величин.

Поступила в редколлегию 27.02.2013

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

### **ОЦІНКА ТЕХНІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ЗА ДОПОМОГОЮ УЧАСТІ В МІЖНАРОДНИХ ЗВІРЕННЯХ**

Т.П. Петкова, І.К. Христов, В.І. Борисов, С.Т. Петров.

*У доповіді розглядаються питання підтвердження вимірювальних та калібрувальних можливостей лабораторій шляхом участі в міжлабораторних ключових звіреннях на національному рівні. Подано аналіз результатів вимірювань ключових звірень в області температурних і електричних вимірювань та аналіз ступеня еквівалентності лабораторій та їх невизначеності. Розглядаються використовувані методи вимірювань і методики обробки результатів вимірювань.*

**Ключові слова:** міжлабораторні звірення, калібрування.

### **ASSESSMENT OF TECHNICAL COMPETENCE THROUGH PARTICIPATION IN INTER-LABORATORY COMPARISONS**

T.P. Petkova, I.K. Christov, B.I. Borisov, S.T. Petrov

*This report examines the confirmation measurement and calibration capabilities of laboratories through participation in inter-laboratory comparisons of key national level. The analysis of the results of measurements carried out by the key comparison in thermal and current measurements, the degree of equivalence of laboratories and their uncertainties are represented. Discusses used methods and the processing methods of measurement results.*

**Keywords:** inter-laboratory comparisons, calibration.