

RAPORT DE ACTIVITATE

Cercetarea etalonului de referință multifuncțional al unităților de măsură ale mărimilor electrice ETR 32-15

Tema SC 009:2018 Determinarea reproductibilității rezultatelor măsurărilor și cercetarea stabilității în timp a componentului etalonului ETR 32-15/01 în domeniul de generația tensiunii în curent continuu, tensiunii în curent alternativ, curentului continuu, curentului alternativ și rezistența electrică

Perioada: ianuarie – decembrie 2018
Cercetător responsabil
MACAROVA Elena
Inginer coordonator LMEFT

Тема SC 009:2018

1. Описание эталона ETR 32-15 и его состав
2. Исследование эталона на стабильность во времени
 - 2.1 Результаты исследования эталона за 2018 год на стабильность за период 1 год
 - 2.2 Результаты исследования эталона на стабильность за период 1 год (2014-2018г.)
 - 2.3 Результаты исследования эталона за 2018 год на стабильность за период 90 дней
 - 2.4 Результаты исследования эталона на стабильность за период 90 дней (2014-2018г.)
3. Оценка воспроизводимости результатов измерений
 - 3.1 Промежуточная проверка (VI)
 - 3.2 Повторное эталонирование (Ereplic)
 - 3.3 Сравнение результатов измерений в LMEFT INM и INM Румынии
 - 3.4 Сравнение результатов измерений в LMEFT INM и СМІ Чехии
 - 3.5 Двусторонние сличения с UzNIM Узбекистана
4. Техническое обслуживание эталона
5. Контрольный график
6. Статья в журнал „Metrologie”
7. Выводы

1. Описание эталона ETR 32-15 и его состав

Исходный Многофункциональный Эталон единиц измерения электрических величин ETR 32-15 состоит из трёх компонентов:

ETR 32-15/01 - многофункциональный калибратор типа 5520А,

ETR 32-15/02 - цифровой мультиметр типа 8508А,

ETR 32-15/03 - цифровой мультиметр типа 3458А.

Исследуемый компонент эталона ETR 32-15/01 – это многофункциональный калибратор типа 5520А, который предназначен для хранения, воспроизведения и передачи единиц измерения электрических величин.

Компоненты эталона ETR 32-15/02 и ETR 32-15/03 – это многопредельные цифровые мультиметры типа 8508А и 3458А, предназначенные для измерения и передачи единиц измерения электрических величин.



Фото 1. ETR 32-15/01 - многофункциональный калибратор типа 5520А



Фото 2. ETR 32-15/02 - цифровой мультиметр типа 8508А



Фото 3. ETR 32-15/03 - цифровой мультиметр типа 3458А

2. Исследование эталона на стабильность во времени

Калибратор типа 5520А характеризуется высокой стабильностью при воспроизведении различных электрических сигналов. Стабильность — это качественная характеристика средства измерений, отражающая неизменность во времени его метрологических характеристик, это способность прибора поддерживать заданную точность в течение определенного времени. Стабильность калибратора при воспроизведении различных электрических сигналов за период 1 год и период 90 дней исследуется ежемесячно, начиная с 2014 года. Это генерирование:

- напряжения постоянного тока
- напряжения переменного тока
- постоянного тока
- переменного тока
- электрического сопротивления (с 2016г.)

Измерения и обработка результатов измерений проводятся в соответствии с РЕ-3.3/08 “Etalonarea calibratoarelor și surselor de semnale electrice”.

Все результаты измерений, расчёты, выводы выполняемых исследований содержатся в ежемесячных протоколах за все годы и все месяцы исследований. Протоколы хранятся в лаборатории LMEFT.

Все работы выполняются в соответствии с графиком на 2018 год. График представлен в таблице № 1.

Таблица № 1.

Калибратор 5520А	2018 г.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	X	XI	XII
Исследование эталона (стабильность за 1 год)	S 1											
Исследование эталона (стабильность за 90 дней)	S 90											
Техническое обслуживание (р. 4.2 PL-3.3/02)	M											
Промежуточная проверка	VI											
Повторное эталонирование	Ereplc											

2.1 Результаты исследования эталона за 2018 год на стабильность за период 1 год

Для исследования стабильности генерирования $=U$, $\sim U$, $=I$, $\sim I$ и $=R$ из технических характеристик калибратора был рассчитан максимально допустимый дрейф в исследуемых точках за период 1 год. Ежемесячно рассчитывался дрейф относительно опорного значения (значения за первый месяц исследований). Результаты исследования калибратора за 2018 год на стабильность за период 1 год приведены в таблице № 2.

Таблица № 2.

Калибратор 5520А	Дрейф за каждый текущий месяц 2018 года											Максимально допустимый дрейф за период 1 год	Максимальный дрейф за 1 год исследований (2018 год)
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII-IX	X	XI	XII		
3 V 30 V 300 V	-3 μ V 0,01 mV 0,38 mV	-2 μ V 0,02 mV -0,01 mV	-5 μ V 0,00 mV 0,21 mV	-3 μ V 0,02 mV 0,48 mV	-3 μ V 0,02 mV 0,45 mV	2 μ V 0,00 mV 0,17 mV	2 μ V 0,08 mV 0,53 mV	Калибратор находится на эталонировании в СМІ Чехии	0 μ V -0,12 mV -1,72 mV	5 μ V -0,07 mV -1,69 mV	-1 μ V -0,03 mV -1,49 mV	± 35 μ V $\pm 0,38$ mV $\pm 5,55$ mV	-5 μ V -0,12 mV -1,72 mV
3 m A 30 m A 300 mA	-0,01 μ A -0,03 μ A -11,0 μ A	0,01 μ A -0,07 μ A -1,0 μ A	0,01 μ A -0,09 μ A 0,5 μ A	-0,01 μ A -0,12 μ A -6,7 μ A	0,00 μ A -0,15 μ A -5,3 μ A	0,01 μ A 0,08 μ A 0,3 μ A	0,05 μ A 0,16 μ A -6,9 μ A		0,07 μ A 0,12 μ A 4,8 μ A	0,07 μ A 0,26 μ A -1,4 μ A	0,07 μ A 0,26 μ A 0,9 μ A	$\pm 0,35$ μ A $\pm 3,25$ μ A $\pm 32,5$ μ A	0,07 μ A 0,26 μ A -11,0 μ A
1 V, частота 1 kHz 10 V, частота 1 kHz 100 V, частота 1 kHz	0,002 mV 0,07 mV -1,5 mV	0,007 mV 0,04 mV 0,9 mV	0,003 mV 0,01 mV -1,7 mV	-0,007 mV -0,01 mV -3,0 mV	-0,009 mV 0,06 mV -2,6 mV	0,004 mV 0,02 mV -1,4 mV	0,043 mV 0,21 mV -2,2 mV		0,041 mV 0,70 mV 5,1 mV	0,066 mV 1,10 mV 10,3 mV	0,071 mV 1,19 mV 9,3 mV	$\pm 0,21$ mV $\pm 2,10$ mV $\pm 26,0$ mV	0,07 mV 1,19 mV 10,3 mV
1 mA, частота 1 kHz 10 mA, частота 1 kHz 100 mA, частота 1 kHz	0,03 μ A -0,1 μ A -0,7 μ A	0,02 μ A 0,1 μ A -1,3 μ A	0,01 μ A -0,3 μ A -0,7 μ A	0,06 μ A 0,1 μ A 0,7 μ A	0,06 μ A 0,1 μ A 0,6 μ A	-0,03 μ A -0,3 μ A -0,8 μ A	0,07 μ A -0,3 μ A -3,4 μ A		0,11 μ A -0,2 μ A -7,5 μ A	0,04 μ A -1,7 μ A -19,2 μ A	0,04 μ A -0,2 μ A -6,1 μ A	$\pm 0,20$ μ A $\pm 2,0$ μ A ± 50 μ A	0,11 μ A -1,7 μ A -19 μ A
1 k Ω 100 k Ω 1 M Ω	0,003 Ω -0,13 Ω -1,6 Ω	0,003 Ω -0,09 Ω -0,9 Ω	0,004 Ω 0,02 Ω 1,5 Ω	0,000 Ω 0,06 Ω 1,1 Ω	0,000 Ω 0,00 Ω 0,8 Ω	0,004 Ω 0,02 Ω 0,5 Ω	0,003 Ω 0,02 Ω 0,5 Ω		-0,002 Ω 0,64 Ω -0,3 Ω	-0,001 Ω 0,64 Ω -3,7 Ω	-0,001 Ω 0,00 Ω -3,7 Ω	$\pm 0,035$ Ω $\pm 3,5$ Ω ± 39 Ω	0,004 Ω 0,64 Ω -3,7 Ω

2.2 Rezultatele cercetării etalonului la stabilitate pe o perioadă de 1 an (2014-2018 g.)

Ежемесячно, начиная с 2014 года, проводились исследования эталона на стабильность за период 1 год. Результаты исследований эталона за каждый год с 2014 по 2018 приведены в таблице № 3.

Таблица № 3.

Metoda de cercetare	Valoarea nominală	Instabilitatea					Limita maximală admisibilă a derivei în timp 1 an
		Deriva maximă în timp 1 an (2014-2018)					
		2014	2015	2016	2017	2018	
Cercetarea stabilității în timp a mărimilor generate timp 1 an	3 V	30 μ V	28 μ V	27 μ V	30 μ V	-5 μ V	\pm 30 μ V
	30 V	0,13 mV	0,16 mV	0,17 mV	0,07 mV	-0,12 mV	\pm 0,32 mV
	300 V	3,40 mV	3,40 mV	1,90 mV	0,70 mV	-1,72 mV	\pm 4,65 mV
	3 m A	0,04 μ A	0,04 μ A	-0,09 μ A	-0,16 μ A	0,07 μ A	\pm 0,29 μ A
	30 m A	0,02 μ A	0,63 μ A	-0,68 μ A	-1,31 μ A	0,26 μ A	\pm 2,65 μ A
	300 mA	1,20 μ A	6,9 μ A	-8,0 μ A	7,5 μ A	-11,0 μ A	\pm 26,5 μ A
	1 V la frecvența 1 kHz	0,05 mV	0,06 mV	-0,08 mV	0,2 mV	0,07 mV	\pm 0,2 mV
	10 V la frecvența 1 kHz	0,44 mV	0,49 mV	-0,6 mV	1,8 mV	1,19 mV	\pm 1,85 mV
	100 V la frecvența 1 kHz	4,4 mV	5,1 mV	-4,2 mV	14,0 mV	10,3 mV	\pm 22 mV
	1 mA la frecvența 1 kHz			0,19 μ A	0,14 μ A	0,11 μ A	\pm 0,20 μ A
	10 mA la frecvența 1 kHz	0,44 μ A	1,47 μ A	1,6 μ A	0,9 μ A	-1,7 μ A	\pm 2,0 μ A
	100 mA la frecvența 1 kHz	7,3 μ A	7,2 μ A	4,5 μ A	8,1 μ A	-19 μ A	\pm 50 μ A
	1 k Ω			-0,025 Ω	0,023 Ω	0,004 Ω	\pm 0,035 Ω
	100 k Ω			-0,46 Ω	0,18 Ω	0,64 Ω	\pm 3,5 Ω
	1 M Ω			-10,5 Ω	11,8 Ω	-3,7 Ω	\pm 39 Ω

2.3 Rezultatele cercetării etalonului pentru anul 2018 la stabilitate pe o perioadă de 90 zile

Для исследования стабильности генерирования $=U$, $\sim U$, $=I$, $\sim I$ и $=R$ из технических характеристик калибратора был рассчитан максимально допустимый дрейф в исследуемых точках за период 90 дней. После определения опорного значения (значения за первый месяц исследований) в течение последующих трёх месяцев рассчитывался дрейф относительно опорного значения. Результаты исследования калибратора на стабильность за период 90 дней в течение 2018 года приведены в таблице № 4.

Таблица № 4.

Калибратор 5520А	Дрейф за 90 дней в течение 2018 года		Максимально допустимый дрейф за период 90 дней	Максимальный дрейф за 90 дней исследований
	(I-II-III) 2018	(IV-V-VI) 2018		
3 V	-0,005 mV	0,007 mV	±0,030 mV	-0,007 mV
30 V	0,02 mV	0,02 mV	±0,32 mV	0,02 mV
300 V	0,38 mV	0,27 mV	±4,65 mV	0,38 mV
3 m A	-0,01 µA	-0,01 µA	±0,29 µA	-0,01 µA
30 m A	-0,09 µA	-0,06 µA	±2,65 µA	-0,09 µA
300 mA	-11,0 µA	-7,2 µA	±26,5 µA	-11,0 µA
1 V , частота 1 kHz	0,01 mV	-0,01 mV	±0,2 mV	0,01 mV
10 V , частота 1 kHz	0,07 mV	0,05 mV	±1,85 mV	0,07 mV
100 V , частота 1 kHz	-1,7 mV	-1,3 mV	±22 mV	-1,7 mV
1 mA, частота 1 kHz	0,03 µA	-0,05 µA	±0,20 µA	-0,05 µA
10 mA, частота 1 kHz	-0,3 µA	0,4 µA	±2,0 µA	0,4 µA
100 mA, частота 1 kHz	-1,3 µA	1,4 µA	±50 µA	8,1 µA
1 kΩ	0,004 Ω	-0,004 Ω	±0,029 Ω	0,004 Ω
100 kΩ	-0,13 Ω	0,04 Ω	±2,90 Ω	-0,13 Ω
1 MΩ	-1,6 Ω	-1,0 Ω	±32 Ω	-1,6 kΩ

2.4 Результаты исследования эталона на стабильность за период 90 дней (2014-2018г.)

Исследование эталона на стабильность за период 90 дней выполнялось несколько раз в год, начиная с 2014 года по 2018. Для исследования стабильности генерирования $=U$, $\sim U$, $=I$, $\sim I$ и $=R$ из технических характеристик калибратора был рассчитан максимально допустимый дрейф в исследуемых точках за период 90 дней. После определения опорного значения (значения за первый месяц исследований) в течение последующих трёх месяцев рассчитывался дрейф относительно этого опорного значения. Результаты исследований калибратора на стабильность за период 90 дней приведены в таблице № 5.

Таблица № 5.

Metoda de cercetare	Valoarea nominală	Instabilitatea						Limita maximală admisibilă a derivei în timp 90 zile
		Deriva maximă în timp 90 zile						
		2014	2015	2016	2017	2018		
Cercetarea stabilității în timp a mărimilor generate timp 90 zile	3 V	-20 μ V	28 μ V	25 μ V	-15 μ V	7 μ V	$\pm 0,030$ mV	
	30 V	-0,17 mV	0,13 mV	-0,20 mV	-0,08 mV	0,02 mV	$\pm 0,32$ mV	
	300 V	-4,60 mV	3,40 mV	1,99 mV	0,70 mV	0,38 mV	$\pm 4,65$ mV	
	3 m A	0,03 μ A	0,04 μ A	-0,08 μ A	-0,16 μ A	-0,01 μ A	$\pm 0,29$ μ A	
	30 m A	-0,47 μ A	0,07 μ A	-0,69 μ A	-1,30 μ A	-0,09 μ A	$\pm 2,65$ μ A	
	300 mA	1,0 μ A	1,7 μ A	-6,9 μ A	-7,5 μ A	-11,0 μ A	$\pm 26,5$ μ A	
	1 V la frecvența 1 kHz	0,08 mV	0,06 mV	-0,05 mV	-0,2 mV	0,01 mV	$\pm 0,2$ mV	
	10 V la frecvența 1 kHz	0,70 mV	0,49 mV	-0,42 mV	-1,85 mV	0,07 mV	$\pm 1,85$ mV	
	100 V la frecvența 1 kHz	5,0 mV	4,2 mV	3,2 mV	14,0 mV	-1,7 mV	± 22 mV	
	1 mA la frecvența 1 kHz			0,158 μ A	0,14 μ A	0,05 μ A	$\pm 0,20$ μ A	
	10 mA la frecvența 1 kHz	-0,91 μ A	0,41 μ A	1,71 μ A	0,9 μ A	0,4 μ A	$\pm 2,0$ μ A	
	100 mA la frecvența 1 kHz	-15,2 μ A	7,2 μ A	4,0 μ A	8,1 μ A	1,4 μ A	± 50 μ A	
	1 k Ω			-0,025 Ω	-0,018 Ω	0,004 Ω	$\pm 0,029$ Ω	
100 k Ω			-0,46 Ω	0,12 Ω	-0,13 Ω	$\pm 2,90$ Ω		
1 M Ω			-7,43 Ω	-12,7 Ω	-1,6 Ω	± 32 Ω		

Из полученных результатов видно, что максимальный дрейф за исследуемый период 1 год и исследуемый период 90 дней не превысил рассчитанных в соответствии с техническим описанием значений.

3. Оценка воспроизводимости результатов измерений

Воспроизводимость результатов измерений – это близость результатов измерений одной и той же величины, полученных в разных местах, разными методами, разными средствами, разными операторами, в разное время, но приведенных к одним и тем же условиям измерений.

Для оценки воспроизводимости результатов измерений при исследовании эталона в течение 2018 года были выполнены следующие работы:

- промежуточная проверка (VI);
- повторное эталонирование (Ereplc);
- ежемесячное сравнение результатов измерений, полученных в LMEFT INM и INM Румынии (с января по июль 2018);
- ежемесячное сравнение результатов измерений, полученных в LMEFT INM и СМІ Чехии (с октября по декабрь 2018);

- двусторонние сличения с UzNIM.

Для объективного анализа результатов выполненных измерений и воспроизводимости результатов измерений рассчитывался фактор соответствия E_n (согласно ISO / IEC 17043). За базовые значения приняты значения, полученные зарубежными лабораториями.

Фактор соответствия E_n рассчитывается по формуле:

$$E_n = \frac{|x_{lab} - x_{ref}|}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{ref}^2}} \quad (1)$$

где:

x_{lab} – значение, полученное зарубежной лабораторией;

x_{ref} – значение, полученное лабораторией LMEFT;

U_{lab} – расширенная неопределённость, полученная зарубежной лабораторией;

U_{ref} – расширенная неопределённость, полученная лабораторией LMEFT.

3.1 Промежуточная проверка (VI)

Для оценки воспроизводимости результатов измерений в соответствии с графиком на 2018 год выполнила промежуточные проверки (VI) калибратора в январе (Raport nr.001-3.3/2018) и октябре после эта- лонирования и транспортировки в СМІ Чехии (Raport nr.049-3.3/2018). Результаты (VI) и расчёт фактора E_n за январь представлены в таблице № 6.

Таблица № 6.

Compararea rezultatelor VI și ET

Valoare nominală	Valoare convențională	Incertitudinea extinsă	Valoare convențională	Incertitudinea extinsă	Factorul de concordanță
	VI 01.2018 INM Mold		Etalonare 06.2016 INM Rom		E_n
V	V	mV	V	mV	
30,0	29,99992	0,55	29,99992	0,15	0,01
10,0 V 1 kHz	10,00064	1,18	10,00050	0,55	0,10
mA	mA	μA	mA	μA	
30,0	29,99980	6,26	29,99970	0,70	0,02
100,0 mA 1 kHz	99,9919	15,7	99,990	15	0,09
kΩ	kΩ	Ω	kΩ	Ω	
1,0	1,000009	0,015	0,999997	0,008	0,41

Вывод: Промежуточная проверка выполнена в соответствии с планом на 2018 год. Измерения были выполнены в области генерирования:

- 1). Напряжения постоянного тока в точке 30 V
- 2). Напряжения переменного тока в точке 10 V на частоте 1 kHz
- 3). Постоянного тока в точке 30 mA
- 4). Переменного тока в точке 100 mA на частоте 1 kHz
- 5). Электрического сопротивления в точке 1 kΩ.

Результаты измерений в этих точках сравнила с результатами, полученными в INM Румынии (CE Nr. 03.01-197/2016 emis de INM România). Полученное значение фактора E_n не превышает 1,0 и колеблется от 0,01 до 0,41. Это позволяет сделать вывод, что в нашей лаборатории метод измерений выбран правильно, измерения выполнены корректно и результаты измерений достоверны.

Калибратор 5520A находится в исправном рабочем состоянии.

Результаты (VI) и расчёт фактора E_n за октябрь представлены в таблице № 7.

Таблица № 7.

Compararea rezultatelor VI și ET

Valoare nominală	Valoare convențională	Incertitudinea extinsă	Valoare convențională	Incertitudinea extinsă	Factorul de concordanță
	VI 10.2018 INM Mold		Etalonarea 09.2018 CMI Cehia		E_n
V	V	mV	V	mV	
10,0	9,999990	0,04	10,000011	0,03	0,41
10,0 V 1 kHz	9,99934	0,56	9,99949	0,26	0,24
mA	mA	μA	mA	μA	
100,0	99,99890	6,01	99,9993	3,1	0,06
	A	mA	A	mA	
190,0 mA 1 kHz	0,19011	0,30	0,190028	0,034	0,28
kΩ	kΩ	Ω	kΩ	Ω	
3,0	2,999975	0,067	2,999990	0,018	0,21

Вывод: Промежуточная проверка была выполнена после транспортировки и эталонирования калибратора 5520A в СМІ Чехии. Измерения были выполнены в области генерирования:

- 1). Напряжения постоянного тока в точке 10 V
- 2). Напряжения переменного тока в точке 10 V на частоте 1 kHz
- 3). Постоянного тока в точке 100 mA
- 4). Переменного тока в точке 190 mA на частоте 1 kHz
- 5). Электрического сопротивления в точке 1 kΩ.

Результаты измерений в этих точках сравнила с результатами, полученными в СМІ Чехии (CE Nr. 6011-KL-L0693-18 din 03.09.2018 emis de СМІ Сehia). Полученное значение фактора E_n не превышает 1,0 и колеблется от 0,06 до 0,41. Это позволяет сделать вывод, что калибратор 5520А после транспортировки находится в исправном рабочем состоянии, в нашей лаборатории метод измерений выбран правильно, измерения выполняются корректно и результаты измерений достоверны.

3.2 Повторное эталонирование (Ereplіc)

Для оценки воспроизводимости результатов измерений в соответствии с графиком на 2018 год выполнила эталонирование (Ereplіc) калибратора в апреле (Raport nr. 003-3.3/2018). Повторное эталонирование выполнено с помощью двух мультиметров, входящих в состав эталона ETR 32-15. Результаты (Ereplіc) и расчёт фактора E_n за апрель представлены в таблице № 8.

Таблица № 8.

Compararea rezultatelor Erepl nr.1 și Erepl nr.2

Valoare nominală	Valoare convențională	Incertitudinea extinsă	Valoare convențională	Incertitudinea extinsă	Factorul de concordanță
	Cu multimetru 3458A		Cu multimetru 8508A		E_n
V	V	mV	V	mV	
10	10,00002	0,38	10,00002	0,38	0,003
10 V, 1 kHz	V	mV	V	mV	
	10,0007	1,2	10,0004	1,1	0,18
mA	mA	μA	1,09	μA	
100	100,001	6	99,999	2	0,28
100 mA, 1 kHz	mA	μA	mA	μA	
	99,99	17	100,00	8	0,29
kΩ	kΩ	Ω	kΩ	Ω	
1	0,999988	0,015	0,999997	0,012	0,47

Concluzie: Etalonarea replicată este efectuată conform unui program. Măsurarea și prelucrarea rezultatelor măsurărilor au fost efectuate în conformitate cu PE-3.3 / 08. Factorul de concordanță este $En \leq 1,0$. Rezultatele măsurării Erepl nr. 1 sunt aproape identice cu rezultatele obținute la Erepl nr. 2 din care motiv, se consideră că metoda aleasă este corespunzătoare scopului, măsurările și prelucrarea rezultatelor au fost efectuate corect. MM etalon și MM etalonat sunt în bună stare de funcționare și adecvate pentru utilizare.

3.3 Сравнение результатов измерений, полученных в LMEFT INM и INM Румынии

Для оценки воспроизводимости результатов измерений результаты измерений в исследуемых точках с января по июль ежемесячно сравнивала с результатами, полученными в INM Румынии (CE Nr. 03.01-197/2016 emis de INM România). Полученное значение фактора En не превысило в течение 2018 года значения 1,0. Сравнение результатов измерений за июнь приведено в таблице № 9. (Все сравнительные таблицы с января по декабрь 2018 года содержатся в ежемесячных рапортах).

Таблица № 9.

Compararea rezultatelor C și ET

Valoare nominală	Valoare convențională	Incertitudinea extinsă	Valoare convențională	Incertitudinea extinsă	Factorul de concordanță
	C 06.2018 INM Mold		Etalonare 06.2016 INM Rom		En
V	V	mV	V	mV	
3,0	2,999999	0,026	2,999995	0,014	0,12
30,0	29,99995	0,43	29,99992	0,15	0,06
300,0	299,9983	4,3	299,9977	2,5	0,12
1,0 V 1 kHz	1,00009	0,06	1,00010	0,06	0,16
10,0 V 1 kHz	10,00078	0,56	10,00050	0,55	0,35
100,0 V 1 kHz	100,005	6	100,005	6	0,02
mA	mA	μA	mA	μA	
3,0	3,00007	0,50	3,00004	0,07	0,06
30,0	29,9998	6,0	29,9997	0,7	0,02
300,0	299,999	50	300,003	6	0,09
1,0 mA 1 kHz	1,00016	0,16	1,00006	0,15	0,45

10,0 mA 1 kHz	9,9991	1,6	9,9992	1,5	0,05
100,0 mA 1 kHz	99,990	16	99,990	15	0,02
k Ω	k Ω	Ω	k Ω	Ω	
1,0	1,000007	0,009	0,999997	0,008	0,79
100,0	99,9999	1,0	100,0006	1,5	0,40
M Ω	M Ω	k Ω	M Ω	k Ω	
1,0	1,000001	0,032	1,000005	0,025	0,11

3.4 Сравнение результатов измерений, полученных в LMEFT INM и СМІ Чехии

Для оценки воспроизводимости результатов измерений результаты измерений в исследуемых точках с октября по декабрь ежемесячно сравнивала с результатами, полученными в СМІ Чехии (CE Nr. 6011-KL-L0693-18 din 03.09.2018 emis de СМІ Cehia). Полученное значение фактора En не превысило в течение 2018 года значения 1,0. Сравнение результатов измерений за декабрь приведено в таблице № 10. (Все сравнительные таблицы с января по декабрь 2018 года содержатся в ежемесячных рапортах).

Таблица № 10.

Compararea rezultatelor C și ET

Valoare nominală	Valoare convențională	Incertitudinea extinsă	Valoare convențională	Incertitudinea extinsă	Factorul de concordanță
	C 12.2018 INM Mold		Etalonare 09.2018 CMI Cehia		En
V	V	mV	V	mV	
3,0	2,999998	0,020	2,9999955	0,009	0,10
30,0	29,99999	0,43	29,99995	0,11	0,09
300,0	300,0000	4,3	299,99959	1,5	0,08
1,0 V 1 kHz	1,000017	0,06	0,999987	0,03	0,47
10,0 V 1 kHz	9,99961	0,56	9,99949	0,26	0,20
100,0 V 1 kHz	99,9941	6,4	99,9946	2,8	0,08
mA	mA	μ A	mA	μ A	
3,0	3,00000	0,50	2,999982	0,076	0,03
30,0	29,9995	6,0	29,999953	0,75	0,08
300,0	299,99808	50	299,99816	8,7	0,00

1,0 mA 1 kHz	1,00009	0,16	1,000023	0,69	0,10
10,0 mA 1 kHz	9,99897	1,6	10,00064	3,4	0,44
100,0 mA 1 kHz	99,995	16	100,013	34	0,48
kΩ	kΩ	Ω	kΩ	Ω	
1,0	0,999992	0,009	0,999997	0,0046	0,50
100,0	99,9999	1,0	99,99905	0,48	0,76
MΩ	MΩ	kΩ	MΩ	kΩ	
1,0	1,000005	0,032	1,000000	0,009	0,16

3.4 Двусторонние сличения с UzNIM

В мае-августе 2018 года были организованы двусторонние сличения в области электрических измерений КОД:MD/015/18 – калибровка цифрового мультиметра. В этих сличениях участвовали Лаборатория электромагнитных измерений, частоты и времени Национального института метрологии (INM) в качестве лаборатории-пилота и Аккредитованный научно-производственный отдел электрических и магнитных величин (07) ГП Узбекского Национального института метрологии (UzNIM) в качестве лаборатории-участника. Транспортным эталоном был цифровой мультиметр типа MY 64 производства компании MASTECH, принадлежащий UzNIM. Эталоном, используемым в Лаборатории электромагнитных величин, частоты и времени INM Молдовы, был многофункциональный калибратор типа 5520A, производитель Fluke Corporation, серийный номер 1105009. Эталоном, используемым в Аккредитованном научно-производственном отделе электрических и магнитных величин (07) UzNIM Узбекистана, был многофункциональный калибратор типа 5522A, производитель Fluke Corporation, серийный номер 3777901.

Две лаборатории в разных местах, разными средствами, разными операторами, в разное время в одинаковых условиях выполнили измерения одних и тех же величин. На основе данных обеих лабораторий рассчитала фактор соответствия E_n . Фактор соответствия, рассчитанный для каждого измеренного значения электрических величин, представлен в таблице № 11.

Таблица № 11.

Измеряемые значения	Фактор соответствия E_n
1 V	0,7
5 V	0,7
50 V	0,7
0,3 V; 1 kHz	0,7
3 V; 1 kHz	0,7
30 V; 1 kHz	0,7
0,3 mA	0,0
3 mA	0,0

3 A	0,0
2 mA; 1 kHz	0,0
20 mA; 1 kHz	0,7
1 A; 1 kHz	0,7
100 Ω	0,0
1 k Ω	0,7
1 M Ω	0,0

Результаты двусторонних сличений можно использовать для оценки воспроизводимости результатов измерений. Так как на транспортируемый эталон подавались одинаковые сигналы от двух разных калибраторов 5520А и 5522А, и рассчитанный фактор E_p не превысил 1,0, можно сделать вывод, что наш калибратор 5520А достоверно воспроизводит различные значения напряжения постоянного тока, напряжения переменного тока, постоянного тока, переменного тока и электрического сопротивления постоянного тока. Измерения и обработка результатов измерений в нашей лаборатории выполнены корректно.

4. Техническое обслуживание эталона

В течение года в соответствии с графиком на 2018 год и пунктом 4.2 рабочей процедуры PL-3.3/02” *Mentenanță, verificare intermediară și etalonare replicată a etalonului de referință multifuncțional a unităților de măsură a mărimilor electrice ETR 32-15*” и рекомендациями из технического описания на калибратор были выполнены работы по техническому обслуживанию (М) эталона.

5. Контрольный график

Планирую внести дополнения в “Grafic de control” для калибратора типа 5520А в следующие пункты:

- результаты эталонирований в зарубежных лабораториях
- результаты промежуточных проверок (VI)
- результаты исследований на стабильность

6. Статья в журнал „Metrologie”

Написала статью в журнал „Metrologie” тему „Двусторонние сличения в области электрических измерений – калибровка цифрового мультиметра”.

7. ВЫВОДЫ

Анализируя полученные за 2018 год результаты исследований, можно сделать вывод, что, так как максимальный дрейф за период 1 год и период 90 дней не превысил указанных в техническом описании значений, калибратор стабилен во времени, достоверно воспроизводит и передает единицы электрических величин при эталонировании собственных эталонов и СИ экономических агентов. Это отчетливо видно из сводных таблиц № 2, № 3, № 4 и № 5, где собраны результаты исследований с 2014 по 2018 годы. Стабильность - важнейшая характеристика эталона. Исследование на стабильность необходимо проводить постоянно.

При оценке воспроизводимости результатов измерений в исследуемых точках значение фактора E_p не превысило 1,0. Это видно из таблиц № 6, № 7, № 8, № 9, № 10, № 11 и позволяет сделать вывод, что в нашей лаборатории метод измерений выбран правильно, измерения выполняются корректно и результаты измерений достоверны.

Компонент эталона ETR 32-15/01 постоянно востребован для исследований и эталонирований собственных эталонов, для эталонирования средств измерений экономических агентов.

Анализируя все исследования эталона с 2014 по 2018 год, а именно:

- исследование стабильности во времени;
 - исследование для оценки воспроизводимости результатов измерений;
 - исследования влияния изменения напряжения сети на работу калибратора;
 - исследования влияния электромагнитных полей на работу калибратора;
 - двусторонние сличения по эталонированию мультиметра с использованием калибратора для генерирования электрических сигналов;
 - результатов эталонирований калибратора в зарубежных лабораториях,
- можно сделать вывод, что калибратор достаточно эталонировать 1 раз в 2 года.

Все запланированные на 2018 год работы выполнила. Все результаты исследований, эталонирований (ЕТ), промежуточных проверок (VI), повторных эталонирований (Егерліс) оформлены в виде протоколов, которые хранятся в лаборатории LMEFT.

Ведущий инженер LMEFT

Макарова Е.