

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РОСАТОМ»
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
НЕОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ИМЕНИ АКАДЕМИКА А.А. БОЧВАРА»
(АО «ВНИИНМ»)**

УТВЕРЖДАЮ
Директор научно-
исследовательского



ОТЧЕТ №532/981-2023

**О ПРОВЕДЕНИИ МЕЖЛАБОРАТОРНЫХ СЛИЧИТЕЛЬНЫХ
ИСПЫТАНИЙ ПО КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА ИЗМЕРЕНИЙ
ПЛОТНОСТИ ПОТОКА БЕТА-ЧАСТИЦ**

П.МСИ.ППБ-532/046-2022

(окончательный)

Москва 2023

Содержание

Введение	3
1 Определяемые параметры (показатели).....	3
2 Образцы для проверки квалификации.....	3
3 Методы (методики) измерений	4
4 Анализ результатов измерений	5
5 Выводы и рекомендации.....	12
6 Контактные сведения о Провайдере МСИ.....	13
7 Конфиденциальность	13

Введение

Настоящий отчет составлен по итогам проведения межлабораторных сличительных испытаний (МСИ) по программе П.МСИ.ППБ-532/046-2022.

Целью межлабораторных сличительных испытаний (МСИ) являлась проверка качества измерений плотности потока бета-частиц.

В МСИ по контролю качества измерений плотности потока бета-частиц приняли участие 42 лаборатории.

1 Определяемые параметры (показатели)

Объект измерения: поверхность.

Определяемый показатель (параметр): плотность потока бета-частиц, част/мин·см².

Диапазон измерений: от 20 до 500 част/мин·см².

2 Образцы для проверки квалификации

В качестве образца для проверки квалификации (ОПК) использовался источник бета-излучения закрытый с радионуклидами стронций-90 и иттрий-90 типа 6СО (рег. № 61304-15), зав. № 0599. Источник обеспечивает внешнее бета-излучение в тел. угле 2π $4,10 \times 10^2$ част/с. Погрешность аттестованного значения не превышает $\pm 5\%$.

Прослеживаемость аттестованных значений к государственному первичному эталону единиц активности радионуклидов, удельной активности радионуклидов, потоков альфа-, бета- и фотонов радионуклидных источников ГЭТ 6-2016 обеспечивается посредством проведения процедур поверки средств измерений в соответствии с государственной поверочной схемой согласно ГОСТ 8.033-2023.

Так как при проведении Программы был использован один ОПК, однородность обеспечена.

Стабильность ОПК обеспечена природой используемого изотопа и учетом распада радионуклидов на дату проведения измерений.

3 Методы (методики) измерений

Для проведения измерений могли быть использованы любые методики измерений. В перечень использованных методик и средств измерений вошли:

- Руководство по эксплуатации дозиметра-радиометра ДКС-96;
- Дозиметр-радиометр МКС-АТ1117М. Руководство по эксплуатации;
- МВИ «Методика определения плотности потока альфа-, бета-частиц и радиоактивного загрязнения поверхностей» №807-РА.RU.311243-2021/440.090;
- МУ 2.6.5.032-2017 Контроль радиоактивного загрязнения поверхностей. Методические указания;
- Методика «Контроль радиоактивного загрязнения поверхностей рабочих помещений и оборудования атомных станций» МТ 1.1.4.02.001.1655-2019;
- МВК 9.9(29)-16 Методика контроля загрязнения радиоактивными нуклидами поверхностей рабочих помещений и оборудования ...;
- МВК 9.8(4)-19 Методика контроля загрязнения радиоактивными нуклидами поверхностей рабочих помещений, оборудования, транспортных средств и других объектов ...;
- МВК 9.9(5)-15 Методика контроля загрязнения радиоактивными нуклидами поверхностей рабочих помещений, оборудования и изделий ...;
- МВК 9.1(3)-12 Методика контроля снимаемого радиоактивного загрязнения поверхностей на ...;
- Инструкция по эксплуатации дозиметра-радиометра МКС-05 «ТЕРРА»;
- Руководство по эксплуатации на дозиметр-радиометр МКС-АТ6130;
- Руководство по эксплуатации на радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А03;

- МВК 9.8(2)-16 Методика контроля загрязнения радионуклидами поверхностей рабочих помещений, оборудования и изделий ...;

- МВК 9.9(50)-18 Методика радиационного контроля загрязнения поверхностей рабочих помещений, оборудования и персонала ...;

- СТО 26.38.005-2013 Методика измерений радиоактивного загрязнения поверхностей рабочих помещений и оборудования ...;

- МИ-034-2022 Методика измерений радиоактивного загрязнения поверхностей рабочих помещений и оборудования;

- МРК-17-3-14 Методики радиационного контроля. Измерение уровня радиационной загрязненности рабочих поверхностей радиоактивными веществами;

- МВК 9.9(45)-16 Методика контроля загрязнения радиоактивными нуклидами поверхностей рабочих помещений и оборудования;

- МВК 9.9(29)-16 Методика контроля загрязнения радиоактивными нуклидами поверхностей рабочих помещений и оборудования ...;

- МВК 9.9(21)-10 Методика контроля загрязнения радиоактивными нуклидами поверхностей рабочих помещений, оборудования и изделий;

- МВК 9.5(10)-17 Методика определения плотности потока альфа-, бета-частиц и поверхностной загрязненности;

- МВК 9.9(37)-12 Методика контроля загрязнения радиоактивными нуклидами поверхностей рабочих помещений, оборудования и изделий;

- МВК 9.9(4)-09 Методика контроля загрязнения радиоактивными нуклидами поверхностей рабочих помещений, оборудования и изделий.

4 Анализ результатов измерений

Обработка полученных результатов измерений производилась в соответствии с требованиями и с использованием алгоритмов, описанных в ГОСТ Р 50779.60-2017.

Для каждого результата измерений рассчитывалась величина статистического критерия (E_n) по формуле

$$(E_n)_i = \frac{x - X_i}{\sqrt{U_x^2 + U_X^2}}, \quad (1)$$

где X_i – i -ый результат измерения лаборатории;

x – приписанное значение ОПК;

U_x – заявленное лабораторией значение расширенной неопределенности результата измерения, соответствующее погрешности результата при доверительной вероятности $P=0,95$;

U_X – расширенная неопределенность приписанного значения ОПК, соответствующая погрешности результата при доверительной вероятности $P=0,95$.

Если выполняется неравенство $|(E_n)_i| \leq 1$, i -тый результат лаборатории считается удовлетворительным в границах заявленных погрешностей (неопределенности).

Если $|(E_n)_i| > 1$, i -тый результат лаборатории считается неудовлетворительным.

Результаты расчета E_n при измерении плотности потока бета-частиц представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Анализ результатов измерения по E_n -критерию

№ п/п	Шифр лаборатории	Приписанное значение ОПК, част/мин·см ²	Расширенная неопределенность приписанного значения ОПК, част/мин·см ²	Результат измерения лаборатории, част/мин·см ²	Погрешность (неопределенность) лаборатории, част/мин·см ²	E_n	Вывод по E_n
1	1	150	7	156	63	0,095	удовлетворительно
2	2	150	7	164,6	98,8	0,15	удовлетворительно
3	2	150	7	124,6	74,8	0,34	удовлетворительно
4	3	150	7	138,6	27,7	0,40	удовлетворительно

№ п/п	Шифр лаборатории	Приписанное значение ОПК, част/мин·см ²	Расширенная неопределенность приписанного значения ОПК, част/мин·см ²	Результат измерения лаборатории, част/мин·см ²	Погрешность (неопределенность) лаборатории, част/мин·см ²	E_n	Вывод по E_n
5	3	150	7	138,6	32,5	0,34	удовлетворительно
6	3	150	7	153,3	30,7	0,10	удовлетворительно
7	3	150	7	153,3	35,8	0,090	удовлетворительно
8	4	150	7	149	30	0,032	удовлетворительно
9	4	150	7	155	30	0,16	удовлетворительно
10	5	148	7	158	38	0,26	удовлетворительно
11	6	148	7	155	36	0,19	удовлетворительно
12	7	148	7	157,6	31,5	0,30	удовлетворительно
13	8	148	7	151,6	40,7	0,087	удовлетворительно
14	9	148	7	144	66,24	0,060	удовлетворительно
15	10	148	7	152,0	45,5	0,087	удовлетворительно
16	11	148	7	150,2	30,04	0,071	удовлетворительно
17	12	148	7	164	43	0,37	удовлетворительно
18	13	148	7	156,2	39,1	0,21	удовлетворительно
19	13	148	7	151,8	38	0,10	удовлетворительно
20	14	148	7	82,34	28,5	2,24	неудовлетворительно
21	15	148	7	160,8	40,2	0,31	удовлетворительно
22	15	148	7	148,4	37,1	0,011	удовлетворительно
23	15	148	7	173,0	41,6	0,59	удовлетворительно
24	15	148	7	160,7	37,6	0,33	удовлетворительно
25	15	148	7	148,4	34,6	0,011	удовлетворительно
26	16	148	7	155,5	31,1	0,24	удовлетворительно
27	16	148	7	159,0	31,8	0,34	удовлетворительно
28	16	148	7	164,5	32,9	0,49	удовлетворительно
29	17	148	7	130,20	26,04	0,66	удовлетворительно
30	17	148	7	137,93	27,59	0,35	удовлетворительно
31	18	148	7	134,80	54,13	0,24	удовлетворительно
32	18	148	7	153,40	39,61	0,13	удовлетворительно
33	18	148	7	144,00	37,18	0,11	удовлетворительно
34	19	148	7	150,7	30,13	0,087	удовлетворительно
35	20	148	7	158,2	31,6	0,32	удовлетворительно
36	21	148	7	139	34	0,26	удовлетворительно

№ п/п	Шифр лаборатории	Приписанное значение ОПК, част/мин·см ²	Расширенная неопределенность приписанного значения ОПК, част/мин·см ²	Результат измерения лаборатории, част/мин·см ²	Погрешность (неопределенность) лаборатории, част/мин·см ²	E_n	Вывод по E_n
37	21	148	7	163	38	0,39	удовлетворительно
38	22	148	7	155	38,5	0,18	удовлетворительно
39	23	148	7	152	37	0,11	удовлетворительно
40	23	148	7	154	37	0,16	удовлетворительно
41	24	148	7	154	35	0,17	удовлетворительно
42	24	148	7	144	35	0,11	удовлетворительно
43	25	148	7	168,00	97,52	0,20	удовлетворительно
44	26	148	7	151,6	30,32	0,12	удовлетворительно
45	26	148	7	155,3	31,06	0,23	удовлетворительно
46	26	148	7	136	13,6	0,78	удовлетворительно
47	27	148	7	155,0	29,0	0,23	удовлетворительно
48	27	148	7	155,0	25,0	0,27	удовлетворительно
49	28	148	7	144,4	29,5	0,12	удовлетворительно
50	29	148	7	154,20	37,15	0,16	удовлетворительно
51	30	148	7	190,7	38,1	1,10	неудовлетворительно
52	31	147	7	147,2	29,44	0,0066	удовлетворительно
53	31	147	7	147,3	29,46	0,010	удовлетворительно
54	32	147	7	139	28	0,28	удовлетворительно
55	33	147	7	153,0	32,1	0,18	удовлетворительно
56	34	147	7	152,8	37,2	0,15	удовлетворительно
57	35	147	7	158,0	34	0,32	удовлетворительно
58	36	147	7	146,53	34,32	0,013	удовлетворительно
59	36	147	7	153	36	0,16	удовлетворительно
60	37	147	7	155,0	31,0	0,25	удовлетворительно
61	38	147	7	154	36	0,19	удовлетворительно
62	39	147	7	143	24	0,16	удовлетворительно
63	39	147	7	141	23	0,25	удовлетворительно
64	40	147	7	141,08	51,54	0,11	удовлетворительно
65	41	147	7	143	43	0,092	удовлетворительно
66	42	147	7	147,4	19,18	0,020	удовлетворительно

Графическое представление статистического критерия представлено на рисунке 1.

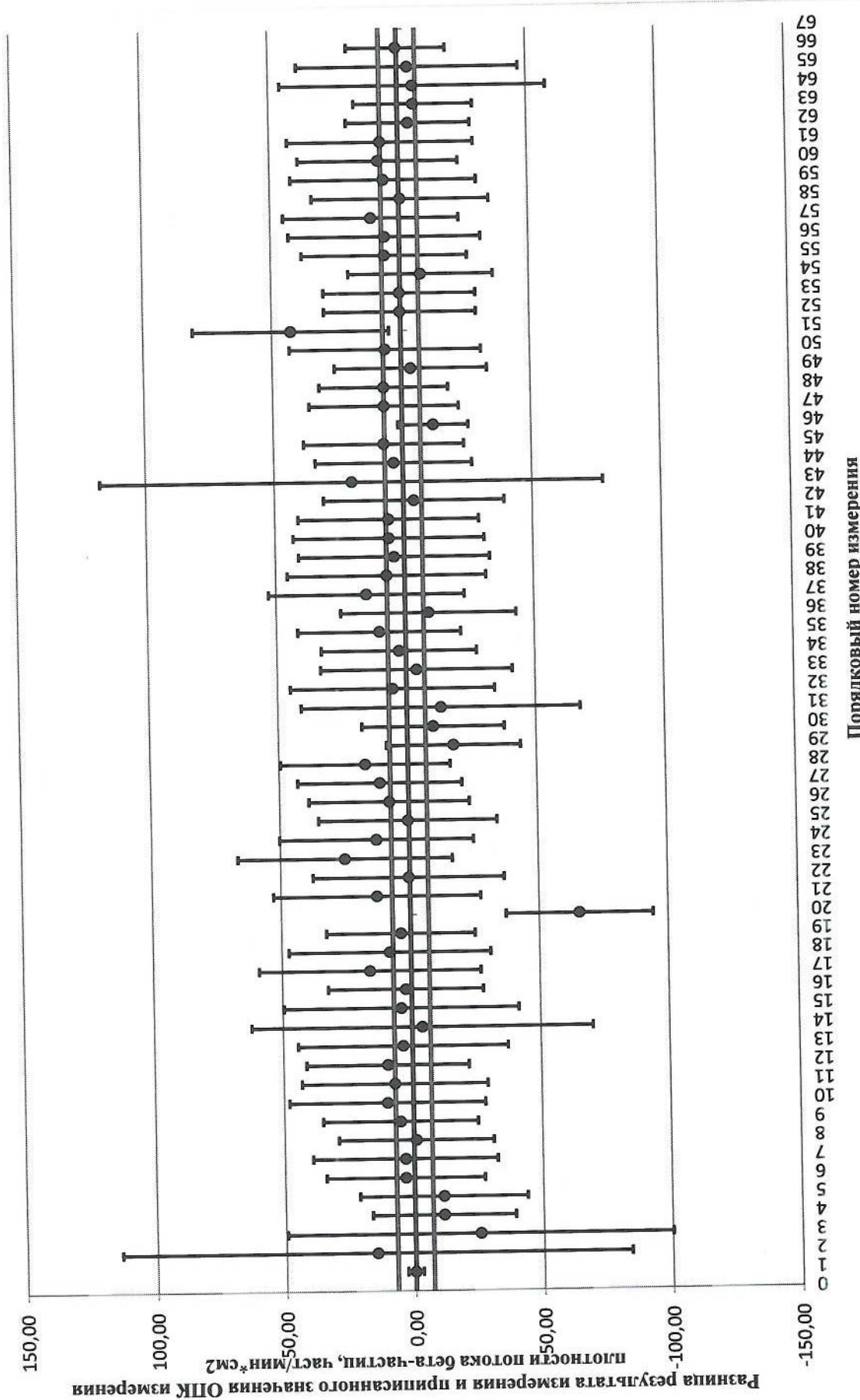


Рисунок 1 – Результаты измерений плотности потока бета-частиц

Центральной линией на диаграммах обозначено приписанное значение ОПК. Интервал, ограниченный двумя линиями, – границы расширенной неопределенности приписанного значения ОПК. Результаты измерений, которые удовлетворяют значению критерия $|E_n| \leq 1$, считаются удовлетворительными в границах заявленных неопределенностей (погрешностей).

По статистическому критерию 2 лаборатории показали неудовлетворительное качество проведенных измерений.

Вторым критерием оценки качества результатов измерений, проведенных лабораторией, на основе единичных результатов измерений является Z-индекс. На основе результатов измерений вычисляется значение Z-индекса для каждого полученного от лаборатории результата измерений по формуле

$$Z = \frac{X-A}{\sigma(\Delta_D)}, \quad (2)$$

где X – результат измерений;

A – приписанное значение ОПК для определяемого показателя;

$\sigma(\Delta_D)$ – среднее квадратическое отклонение погрешности, установленной для методики измерений, равное $\Delta/2$ (РМГ-103-2010 ГСИ).

Заключение о качестве результатов измерений контролируемого объекта по каждому определяемому показателю делали на основе сравнения значения $|Z|$ с установленными нормативами контроля:

– при $|Z| \leq 2$ качество результатов измерений признают удовлетворительным;

– при $2 < |Z| \leq 3$ качество результатов измерений признают сомнительным и подлежащим дополнительной проверке;

– при $|Z| > 3$ качество результатов измерений признают неудовлетворительным.

Результаты расчета Z-индекса для результатов измерений плотности потока бета-частиц представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Анализ результатов измерения по Z-индексу

№ п/п	Шифр лаборатории	Приписанное значение ОПК, част/мин·см ²	Расширенная неопределенность приписанного значения ОПК,	Результат измерения лаборатории, част/мин·см ²	Погрешность (неопределенность) лаборатории, част/мин·см ²	Z	Вывод по Z
1	1	150	7	156	63	0,19	удовлетворительно
2	2	150	7	164,6	98,8	0,30	удовлетворительно
3	2	150	7	124,6	74,8	0,68	удовлетворительно
4	3	150	7	138,6	27,7	0,82	удовлетворительно
5	3	150	7	138,6	32,5	0,70	удовлетворительно
6	3	150	7	153,3	30,7	0,21	удовлетворительно
7	3	150	7	153,3	35,8	0,18	удовлетворительно
8	4	150	7	149	30	0,067	удовлетворительно
9	4	150	7	155	30	0,33	удовлетворительно
10	5	148	7	158	38	0,53	удовлетворительно
11	6	148	7	155	36	0,39	удовлетворительно
12	7	148	7	157,6	31,5	0,61	удовлетворительно
13	8	148	7	151,6	40,7	0,18	удовлетворительно
14	9	148	7	144	66,24	0,12	удовлетворительно
15	10	148	7	152,0	45,5	0,18	удовлетворительно
16	11	148	7	150,2	30,04	0,15	удовлетворительно
17	12	148	7	164	43	0,74	удовлетворительно
18	13	148	7	156,2	39,1	0,42	удовлетворительно
19	13	148	7	151,8	38	0,20	удовлетворительно
20	14	148	7	82,34	28,5	4,61	неудовлетворительно
21	15	148	7	160,8	40,2	0,64	удовлетворительно
22	15	148	7	148,4	37,1	0,022	удовлетворительно
23	15	148	7	173,0	41,6	1,20	удовлетворительно
24	15	148	7	160,7	37,6	0,68	удовлетворительно
25	15	148	7	148,4	34,6	0,023	удовлетворительно
26	16	148	7	155,5	31,1	0,48	удовлетворительно
27	16	148	7	159,0	31,8	0,69	удовлетворительно
28	16	148	7	164,5	32,9	1,00	удовлетворительно
29	17	148	7	130,20	26,04	1,37	удовлетворительно
30	17	148	7	137,93	27,59	0,73	удовлетворительно
31	18	148	7	134,80	54,13	0,49	удовлетворительно
32	18	148	7	153,40	39,61	0,27	удовлетворительно
33	18	148	7	144,00	37,18	0,22	удовлетворительно
34	19	148	7	150,7	30,13	0,18	удовлетворительно
35	20	148	7	158,2	31,6	0,65	удовлетворительно
36	21	148	7	139	34	0,53	удовлетворительно
37	21	148	7	163	38	0,79	удовлетворительно
38	22	148	7	155	38,5	0,36	удовлетворительно
39	23	148	7	152	37	0,22	удовлетворительно

40	23	148	7	154	37	0,32	удовлетворительно
41	24	148	7	154	35	0,34	удовлетворительно
42	24	148	7	144	35	0,23	удовлетворительно
43	25	148	7	168,00	97,52	0,41	удовлетворительно
44	26	148	7	151,6	30,32	0,24	удовлетворительно
45	26	148	7	155,3	31,06	0,47	удовлетворительно
46	26	148	7	136	13,6	1,76	удовлетворительно
47	27	148	7	155,0	29,0	0,48	удовлетворительно
48	27	148	7	155,0	25,0	0,56	удовлетворительно
49	28	148	7	144,4	29,5	0,24	удовлетворительно
50	29	148	7	154,20	37,15	0,33	удовлетворительно
51	30	148	7	190,7	38,1	2,24	сомнительно
52	31	147	7	147,2	29,44	0,014	удовлетворительно
53	31	147	7	147,3	29,46	0,020	удовлетворительно
54	32	147	7	139	28	0,57	удовлетворительно
55	33	147	7	153,0	32,1	0,37	удовлетворительно
56	34	147	7	152,8	37,2	0,31	удовлетворительно
57	35	147	7	158,0	34	0,65	удовлетворительно
58	36	147	7	146,53	34,32	0,027	удовлетворительно
59	36	147	7	153	36	0,33	удовлетворительно
60	37	147	7	155,0	31,0	0,52	удовлетворительно
61	38	147	7	154	36	0,39	удовлетворительно
62	39	147	7	143	24	0,33	удовлетворительно
63	39	147	7	141	23	0,52	удовлетворительно
64	40	147	7	141,08	51,54	0,23	удовлетворительно
65	41	147	7	143	43	0,19	удовлетворительно
66	42	147	7	147,4	19,18	0,042	удовлетворительно

По Z-индексу выявлен 1 неудовлетворительный и 1 сомнительный результат измерений. Данный результаты являются неудовлетворительными по статистическому критерию E_n . Критерии E_n и Z-индекс коррелируют друг с другом.

5 Выводы и рекомендации

По результатам проведенных МСИ неудовлетворительные результаты измерений получены 2 лабораториями из 42 (3% неудовлетворительных результатов измерений). Рекомендаций по улучшению качества измерений нет.

6 Контактные сведения о Провайдере МСИ

Провайдер МСИ (АО «ВНИИНМ»), аккредитованный в национальной системе аккредитации (уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц №РА.RU.430166).

123060, Москва, а/я 369, АО «ВНИИНМ»; тел./факс: 8 (499) 190-23-25.

Руководитель Провайдера МСИ – директор научно-исследовательского метрологического отделения АО «ВНИИНМ» Горшков В.Б.

Координатор программы – начальник лаборатории метрологического обеспечения аналитического контроля АО «ВНИИНМ» Максимова И.М.

7 Конфиденциальность

Конфиденциальность обеспечивается в соответствии с РК-505-3-2023, разработанным Провайдером МСИ. Идентичность участников МСИ является строго конфиденциальной информацией и известна только ограниченному числу лиц, принимавших участие в организации МСИ.

Координатор программы МСИ,
начальник лаборатории метрологического
обеспечения аналитического контроля, к.х.н.



И.М. Максимова

Ответственный исполнитель,
ведущий инженер-технолог
лаборатории метрологического обеспечения
аналитического контроля



Е.Е. Лебенкова

08.12.2023

Конец отчета