

**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»)**

Директор научно-

метрологического отделения —

~~POCATOM~~

2024 г.

2024 г.

ОТЧЕТ №532/1107-2024

**О ПРОВЕДЕНИИ МЕЖЛАБОРАТОРНЫХ СЛИЧИТЕЛЬНЫХ
ИСПЫТАНИЙ ПО КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА ИЗМЕРЕНИЙ
ПОВЕРХНОСТНОЙ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ АЛЬФА-ИЗЛУЧАЮЩИМИ
РАДИОНУКЛИДАМИ**

П.МСИ.ПЗА-532/045-2022

2 раунд

(окончательный)

Москва 2024

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	11
6 Контактные сведения о Провайдере МСИ	11
7 Конфиденциальность	11
Заключение	12

Введение

Настоящий отчет составлен по итогам проведения проверки квалификации по программе межлабораторных сличительных испытаний (МСИ) П.МСИ.ПЗА-532/045-2022.

Целью МСИ являлась проверка качества измерений плотности потока альфа-частиц.

В МСИ по контролю качества измерений плотности потока альфа-частиц приняли участие 27 лабораторий.

1 Определяемые параметры (показатели)

Объект измерения: поверхность.

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

Диапазон измерений: от 2 до 200 част/мин·см².

2 Образцы для проверки квалификации

В качестве образца для проверки квалификации (ОПК) использовался источник альфа-излучения закрытый с радионуклидом плутоний-239 типа 5П9 (рег. № 61304-15, свидетельство о поверке № С-Т/06-12-2021/117788398, действительно до 05.12.2024). Границы погрешности измерения при доверительной вероятности $P=0,95$ потока частиц $\pm 5 \%$.

Доверительные границы погрешности измерений при $P=0,95$ принимаются равными расширенной неопределенности приписанного значения при коэффициенте охвата $k=2$.

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 (^{239}Pu), гарантирующего неизменность метрологических характеристик за время проведения МСИ.

3 Методы (методики) измерений

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

- МРК 5(2)-01-2020 Методика контроля загрязнения поверхностей альфа-, бета- и гамма-излучающими радионуклидами;
- Руководство по эксплуатации дозиметра-радиометра ДКС-96;
- Руководство по эксплуатации спектрометра МКС-АТ6102В;
- МВК 9.5(10)-17 Методика определения плотности потока альфа-, бета-частиц и поверхностной загрязненности;
- МУ 2.6.5.032-2017 Контроль радиоактивного загрязнения поверхностей. Методические указания;
- МВК 9.10-11 Методика контроля загрязнения альфа- и бета-радионуклидами поверхностей объектов и персонала;
- Дозиметр-радиометр МКС-АТ1117М. Руководство по эксплуатации;
- РБ-13-193М Методика измерений загрязнения радиоактивными радионуклидами поверхностей рабочих помещений, оборудования, транспортных средств и других объектов (методика измерений плотности потока альфа- и бета-частиц);
- МВК 9.1(3)-21 Методика измерений снимаемого радиоактивного загрязнения поверхностей;

- МИ-63-2022 Методика измерений. Радиационное обследование зданий, территорий, сооружений и технологического оборудования;
- Паспорт ГКПС 14.00.00.000 ПС;
- Контроль радиоактивного загрязнения поверхностей рабочих помещений и оборудования атомных станций. Методика (типовая) МТ 1.1.4.02.001.1655-2019;
- МВИ 01-13.019 Методика измерений. Радиоактивное загрязнение поверхностей альфа- и бета-активными веществами;
- МВК 9.8(2)-16 Методика контроля загрязнения радионуклидами поверхностей рабочих помещений, оборудования и изделий;
- МВИ 807-RA.RU.311243-2021/440.090 «Методика определения плотности потока альфа-, бета-частиц и радиоактивного загрязнения поверхностей».

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

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

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 альфа-частиц представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Анализ результатов измерения по статистическому 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	173	9	156	59	0,28	удовлетворительно
2	2	173	9	156	45,9	0,36	удовлетворительно
3	2	173	9	153	45,2	0,43	удовлетворительно
4	3	173	9	180,00	36	0,19	удовлетворительно
5	4	173	9	156,6	31,3	0,50	удовлетворительно
6	5	173	9	171,74	34,35	0,035	удовлетворительно
7	6	173	9	166	33	0,20	удовлетворительно
8	6	173	9	188	38	0,38	удовлетворительно
9	7	173	9	165,67	56,17	0,13	удовлетворительно
10	7	173	9	177,28	58,08	0,073	удовлетворительно
11	8	173	9	162,8	21,2	0,44	удовлетворительно
12	9	173	9	167	45	0,13	удовлетворительно
13	9	173	9	185	50	0,24	удовлетворительно
14	10	173	9	199,0	39,8	0,64	удовлетворительно
15	10	173	9	192,0	38,4	0,48	удовлетворительно
16	11	173	9	192	40	0,46	удовлетворительно
17	12	173	9	187	37	0,37	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 $
18	13	173	9	177	42	0,093	удовлетворительно
19	14	173	9	148,4	62,48	0,39	удовлетворительно
20	15	173	9	169,6	33,9	0,10	удовлетворительно
21	15	173	9	183,2	36,64	0,27	удовлетворительно
22	16	173	9	169,8	152,83	0,021	удовлетворительно
23	16	173	9	165,2	74,34	0,10	удовлетворительно
24	17	173	9	127,4	42,1	1,06	неудовлетворительно
25	18	173	9	201	83	0,34	удовлетворительно
26	19	173	9	185	34	0,34	удовлетворительно
27	20	173	9	185	40	0,29	удовлетворительно
28	21	173	9	186	50	0,26	удовлетворительно
29	22	173	9	192,0	38,4	0,48	удовлетворительно
30	23	173	9	194,2	47,60	0,44	удовлетворительно
31	24	173	9	176,7	42,4	0,085	удовлетворительно
32	25	173	9	211	80	0,47	удовлетворительно
33	26	173	9	163	38	0,26	удовлетворительно
34	26	173	9	165	38	0,20	удовлетворительно
35	27	173	9	152,3	121,8	0,17	удовлетворительно

По статистическому критерию получен один неудовлетворительный результат (шифр лаборатории № 17).

Графическое представление статистического критерия представлено на рисунке 1.

Центральной линией на диаграммах обозначено нулевое отклонение от приписанного значения. 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).

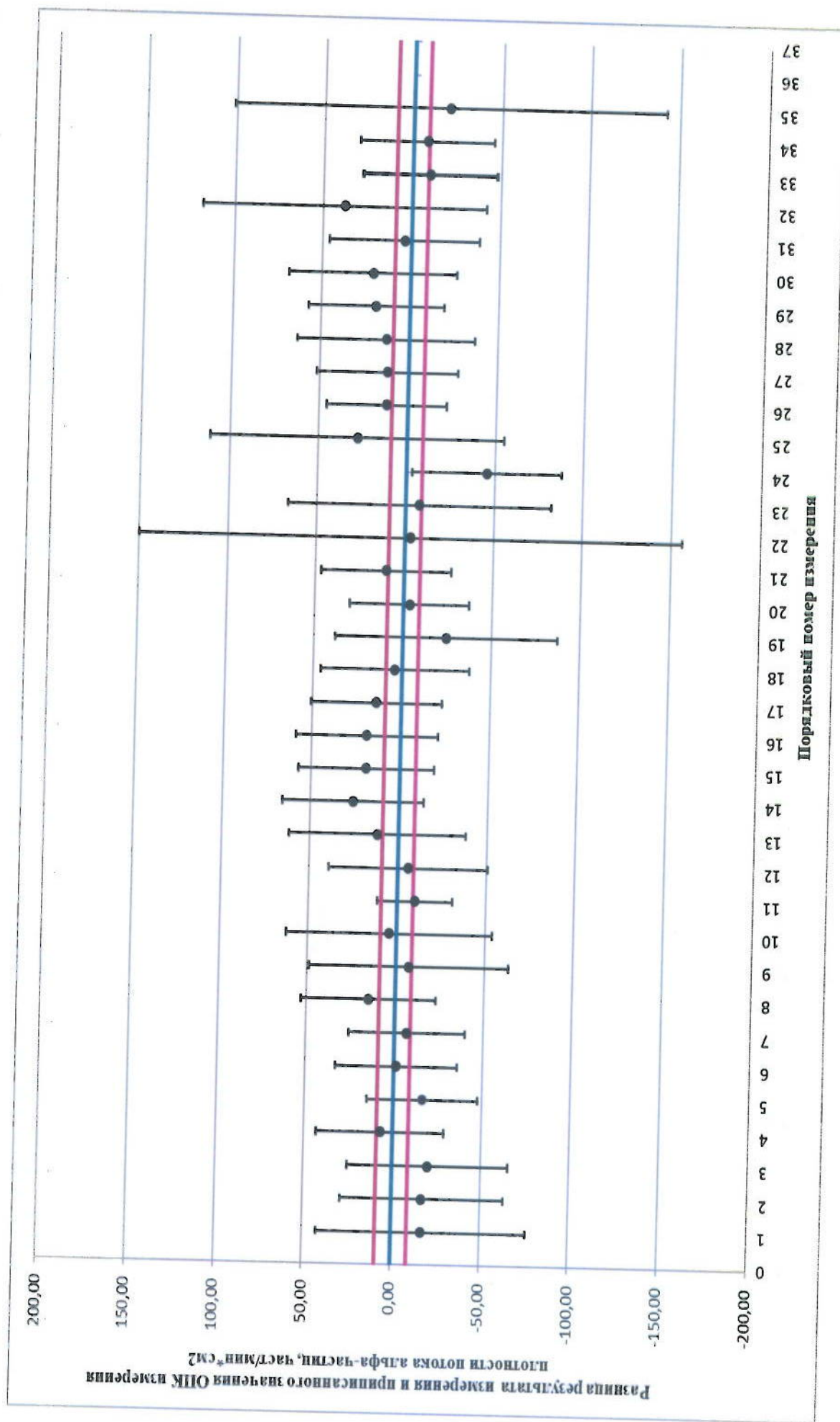


Рисунок 1 – Результаты измерений плотности потока альфа-частиц

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 альфа-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, част/мин·см ²	Результат измерения лаборатории, част/мин·см ²	Погрешность (неопределенность) лаборатории, част/мин·см ²	Z	Вывод по Z
1	1	173	9	156	59	0,58	удовлетворительно
2	2	173	9	156	45,9	0,74	удовлетворительно
3	2	173	9	153	45,2	0,88	удовлетворительно
4	3	173	9	180,00	36	0,39	удовлетворительно
5	4	173	9	156,6	31,3	1,05	удовлетворительно
6	5	173	9	171,74	34,35	0,073	удовлетворительно
7	6	173	9	166	33	0,42	удовлетворительно
8	6	173	9	188	38	0,79	удовлетворительно
9	7	173	9	165,67	56,17	0,26	удовлетворительно
10	7	173	9	177,28	58,08	0,15	удовлетворительно
11	8	173	9	162,8	21,2	0,96	удовлетворительно
12	9	173	9	167	45	0,27	удовлетворительно
13	9	173	9	185	50	0,48	удовлетворительно
14	10	173	9	199,0	39,8	1,31	удовлетворительно
15	10	173	9	192,0	38,4	0,99	удовлетворительно
16	11	173	9	192	40	0,95	удовлетворительно
17	12	173	9	187	37	0,76	удовлетворительно
18	13	173	9	177	42	0,19	удовлетворительно
19	14	173	9	148,4	62,48	0,79	удовлетворительно
20	15	173	9	169,6	33,9	0,20	удовлетворительно
21	15	173	9	183,2	36,64	0,56	удовлетворительно
22	16	173	9	169,8	152,83	0,042	удовлетворительно
23	16	173	9	165,2	74,34	0,21	удовлетворительно
24	17	173	9	127,4	42,1	2,17	сомнительно
25	18	173	9	201	83	0,67	удовлетворительно
26	19	173	9	185	34	0,71	удовлетворительно
27	20	173	9	185	40	0,60	удовлетворительно
28	21	173	9	186	50	0,52	удовлетворительно
29	22	173	9	192,0	38,4	0,99	удовлетворительно
30	23	173	9	194,2	47,60	0,89	удовлетворительно
31	24	173	9	176,7	42,4	0,17	удовлетворительно
32	25	173	9	211	80	0,95	удовлетворительно
33	26	173	9	163	38	0,53	удовлетворительно
34	26	173	9	165	38	0,42	удовлетворительно
35	27	173	9	152,3	121,8	0,34	удовлетворительно

Критерии E_n и Z -индекс коррелируют друг с другом. Результат лаборатории с шифром № 17, сомнительный по критерию Z -индекса, является неудовлетворительным по статистическому критерию.

5 Выводы и рекомендации

По результатам проведенных МСИ получен 1 неудовлетворительный результат (97 % удовлетворительных результатов). 26 из 27 участников подтвердили удовлетворительное качество выполняемых измерений (96 %). При получении неудовлетворительных результатов рекомендуется провести внеплановую поверку используемых средств измерений.

6 Контактные сведения о Провайдере МСИ

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

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

Руководитель Провайдера МСИ – директор научно-исследовательского метрологического отделения АО «ВНИИНМ» Стелюк Александр Юрьевич.

Координатор программы – начальник лаборатории метрологического обеспечения аналитического контроля АО «ВНИИНМ» Максимова Ирина Михайловна, +7(499) 190-89-99 доб. 83-74.

7 Конфиденциальность

Конфиденциальность обеспечивается в соответствии с РК-505-3-2024, разработанным Провайдером МСИ. Идентичность участников МСИ является строго конфиденциальной информацией и известна только ограниченному числу лиц, принимавших участие в организации МСИ.

Заключение

По результатам МСИ всем участникам выданы свидетельства с приложением заключений, содержащих анализ результатов измерений.

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



И.М. Максимова

20.12.2024

Ответственный исполнитель,
Старший научный сотрудник
лаборатории метрологического обеспечения
аналитического контроля, к.э.н.



Е.Е. Лебенкова

20.12.2024

Конец отчета