

Государственная корпорация по атомной энергии «РОСАТОМ»  
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
НЕОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ИМЕНИ АКАДЕМИКА А.А. БОЧВАРА»  
(АО «ВНИИНМ»)

УТВЕРЖДАЮ

Директор научно-исследовательского  
метрологического отделения –  
руководитель Провайдера МСИ



В.Б. Горшков

» 04 2021 г.

ОТЧЕТ № 532/828-2021

О ПРОВЕДЕНИИ МЕЖЛАБОРАТОРНЫХ СЛИЧИТЕЛЬНЫХ  
ИСПЫТАНИЙ

По программе П.МСИ.РЗП-532/014-2019

«Контроль качества измерений загрязненности поверхности  
альфа-, бета- и гамма-излучающими радионуклидами»

МОСКВА 2021

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1    Определяемые показатели.....	3
2    Образцы для контроля.....	4
3    Анализ методов (методик) измерений и испытаний.....	6
4    Анализ результатов исследований.....	7
4.1   Оценка результатов МСИ с применением статистического критерия.....	8
4.2   Оценка результатов МСИ с применением Z-индекса.....	18
5    Выводы.....	21
6    Заключение.....	21
7    Контактные сведения о провайдере МСИ.....	21
8    Конфиденциальность.....	21

## **ВВЕДЕНИЕ**

Целью данных межлабораторных сличительных испытаний (МСИ) являлась оценка качества радиометрических видов контроля загрязненной поверхности, проводимых в организациях Госкорпорации «Росатом» и сторонних организациях.

В МСИ по контролю качества измерений загрязненной радионуклидами поверхности приняли участие 15 организаций.

Организации-участницы в ходе проведения МСИ имели право предоставить любое количество протоколов, основанных на проведении измерений разными операторами с применением имеющихся у организации СИ. Каждому отдельному протоколу был присвоен свой индивидуальный номер.

Для реализации МСИ была выбрана последовательная схема проведения, при которой организации-участницы по очереди проводят измерения ОК на территории Провайдера МСИ. В комплект ОК входили аттестованные источники альфа- и бета-излучения, а также поверочная установка УПГД-2. Стабильность ОК была обеспечена природой используемых изотопов, гарантирующая неизменность метрологических характеристик за время проведения МСИ.

### **1 Определяемые показатели**

Контролируемые в ходе проведения МСИ показатели, диапазон измерения и единицы измерения каждого показателя приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Контролируемые показатели при проведении МСИ по радиометрическим видам контроля загрязненной поверхности

Объект измерения	Определяемая характеристика	Методика измерений (испытаний)	Диапазон измерений
Загрязненная поверхность	Поверхностная загрязненность $\alpha$ -излучающими радионуклидами	$\alpha$ -радиометрия	От 1 до 5000 част./мин $\times$ см <sup>2</sup>
Загрязненная поверхность	Плотность потока $\beta$ -частиц	$\beta$ -спектрометрия	От 10 до 5000 част./мин $\times$ см <sup>2</sup>
Загрязненная поверхность	Мощность амбиентного эквивалента дозы $\gamma$ -излучения	$\gamma$ -спектрометрия	От 0,05 до 100 мкЗв/час

## 2 Образцы для контроля

В качестве ОК при проведении МСИ использовали источники альфа-активности, обеспечивающие внешнее альфа-излучением в тел. угле  $2\pi$  – в диапазоне от 2 до  $2 \times 10^4$  част/с. Аттестованное значение ОК и абсолютная погрешность аттестованного значения составило  $(107 \pm 6)$  част./см<sup>2</sup>\*мин.

Источник альфа-излучения представляет из себя диск диаметром 15 см, с поверхностью, на которую электролитически нанесен раствор <sup>239</sup>Pu.

В качестве источника бета-активности, обеспечивающее внешнее бета-излучением в тел. угле  $2\pi$  -  $2 \cdot 2 \times 10^3$  част/с использовали источник с аттестованным значением и погрешностью аттестованного значения  $(118 \pm 7)$  част./см<sup>2</sup>\*мин.

Источник бета-излучения представляет собой алюминиевую пластину размером 10 $\times$ 16 см<sup>2</sup> с поверхностью, на которую электролитически нанесен раствор радионуклидов <sup>90</sup>Sr+<sup>90</sup>Y. В целях безопасности персонала поверхность источника закрыта тонкой алюминиевой фольгой.

Расчет аттестованных значений плотности потока частиц и погрешности аттестованного значения проводился по формуле:



$$A_{OK} = \frac{A_{ист} \cdot t}{S_{ист}}$$

где  $A_{ист}$  – аттестованное значение внешнего излучения в тел. угле  $2\pi$ .

$t$  – время измерения, равное 60 с.

$S_{ист}$  – площадь источника, см<sup>2</sup>.

Погрешность аттестованного значения ОК не превышает погрешности аттестованного значения источника, так как погрешности от измерений площади источников и времени, вносимые при расчете  $\Delta_{OK}$ , не значимы.

Для измерений гамма-активности использовали однородное поле коллимированного пучка гамма-излучения на поверочной установке УПГД-2, входящей в состав рабочего эталона 2 разряда, рег. №3АЗЛ.0004.2015 (СП № 4/410-0071-18 до 11.02.2021 г. выдано ФГУП «ВНИИФТРИ»). Погрешность эталона при вероятности  $P=0,95$  составляет 6 %. В состав установки входил источник гамма-излучения с радионуклидом <sup>137</sup>Cs. Мощность индивидуального эквивалента дозы источника на расстоянии 1 метр на дату поверки составляет 238 мкЗв/час. Облучение проводилось на переднем торце тканеэквивалентного фантома.

Эталон признан соответствующим требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам 2 разряда Поверочной схемы ГОСТ 8.070-2014 «Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ) Государственная поверочная схема для средств измерений поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы, эквивалента дозы и мощности эквивалента дозы фотонного и электронного излучений».

Прослеживаемость аттестованных значений к государственному первичному эталону единиц активности радионуклидов, удельной активности радионуклидов, потоков альфа-, бета- и фотонов радионуклидных источников ГЭТ 6-2016 была обеспечена применением эталонных мер активности посредством проведения процедур поверки средств измерений в соответствии с государственными поверочными схемами.

Мощность индивидуального эквивалента дозы источника измеряли на расстоянии 0,5, 1,0 и 2,0 метра. Аттестованные значения и абсолютные погрешности ОК до 11.02.2021 г включительно составили  $(855 \pm 51)$ ,  $(218 \pm 13)$  и  $(55 \pm 3)$ , мкЗв/час, соответственно. Аттестованные значения и абсолютные погрешности ОК после 11.02.2021 г составили  $(1376 \pm 83)$ ,  $(343 \pm 21)$ ,  $(85 \pm 5)$  мкЗв/час соответственно (СП № 003.000029404 ).

### **3 Анализ методов (методик) измерений и испытаний**

Перечень методик, которые могут быть использованы для определения:

- Методика контроля радиоактивного загрязнения поверхностей рабочих помещений и оборудования атомных станций (МВК 9.9-08);
- Методика выполнения контроля мощности гамма-излучения (МВК 9.9-08);
- Контроль радиоактивного загрязнения поверхностей, МУ 2.6.5.032-2017;
- Методика контроля загрязнения радионуклидами рабочих поверхностей и оборудования, МВК 9.9(42)15;
- Руководство по эксплуатации дозиметров-радиометров любого типа;
- Методика контроля загрязнения радионуклидами поверхностей рабочих помещений, оборудования и изделий АО «АЭХК», ФР.1.40.2016.23943;
- Методика мощности амбиентного эквивалента дозы фотонного излучения в контрольных точках объектов АО «АЭХК», МВИ 1.2.5.(36)-16, ФР.1.40.2016.23941;
- Измерение уровня загрязнения радиоактивными нуклидами поверхностей объектов и персонала МВК 9.10.8(2)-16;
- Методические указания. Контроль радиоактивного загрязнения поверхностей МУК 2.6.5.032-2017;
- Методика измерений мощности амбиентного эквивалента дозы (МЭД) в контрольных точках объектов, МВИ 1.2.3(37)-08;

- Методика контроля загрязнений радионуклидами поверхностей рабочих помещений, оборудования, изделий, транспортных средств, МВК 9.9(44)-16;

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

- Методика выполнения измерений мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения, МВИ 1.2.5(44)-17.2.2.

#### 4 Анализ результатов исследований

Обработка полученных результатов производилась в соответствии с требованиями и с использованием алгоритмов, описанных в «Положение об организации и проведении межлабораторных сличительных испытаний в организациях Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом», а также ГОСТ Р 50779.60-2017 (ИСО 13528:2015). На диаграммах каждый результат представлен с указанием границ погрешности измерений, заявленных лабораторией.

#### Оценка качества измерений с использованием действительного значения ОК

Для каждой лаборатории рассчитывается величина ( $E_i$ ) (ИСО/МЭК 43-1:1997):

$$E_i = \frac{\bar{X}_i - A}{\sqrt{\Delta_{\bar{X}_i}^2 + \Delta_{OK}^2}}. \quad (1)$$

Если  $|E_i| \leq 1$ , результат  $i$ -той лаборатории считается удовлетворительным в границах заявленных погрешностей.

Если  $|E_i| > 1$ , результат  $i$ -той лаборатории считается неудовлетворительным.



## Алгоритм оценки качества измерений с использованием z-индексов

Применение алгоритма с использованием z-индексов позволяет оценить качество результатов измерений полученных ИЛ при проведении МСИ, сделать выводы о качестве работы ИЛ и дать рекомендации по организации ее работ.

На основе результатов измерений Провайдер вычисляет значение z-индекса для каждого полученного от ИЛ результата измерений по формуле:

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

где  $X$  – результат измерений;

$A$  – аттестованное значение ОК для определяемого показателя;

$\sigma(\Delta_d)$  – среднее квадратическое отклонение погрешности, установленной для методики измерений, определяемое по формуле:

$$\sigma(\Delta_d) = \Delta / 1,96 ;$$

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.

### 4.1 Оценка результатов МСИ с применением статистического критерия

Результаты по данной статистической модели для каждой лаборатории приведены в таблицах 2 – 6 и на диаграммах (рис. 1 – 5).



Поскольку в программе проведения МСИ по контролю качества мощности амбиентного эквивалента дозы аттестованное значение измеряемой характеристики с приписанным значением погрешности изменилось в процессе проведения работ, то центральной линией на графике является значение разницы между аттестованными значениями, в данном случае эта разница равна нулю. Границы погрешности, обозначенные синими линиями – это границы погрешности аттестованного ОК. Далее на график наносили точки со значениями равными разнице между измеренным результатом лаборатории и аттестованным значением определяемой величины ОК. Границы погрешности точки на графике – это погрешность результата измерения лаборатории. Результаты измерений, погрешности которых имеют пересечения с границами погрешности ОК и удовлетворяют значению статистического критерия  $E_i \leq 1$ , считаются удовлетворительными в границах заявленных погрешностей.

Таблица 2 – Оценка результатов измерений по статистическому критерию  $OK_a = (107 \pm 6)$  част./см<sup>2</sup>\*мин

Шифр	Результат участника, част./см <sup>2</sup> *мин	Погрешность результата измерения, част./см <sup>2</sup> *мин	Аттестованное значение ОК, част./см <sup>2</sup> *мин	Погрешность аттестованного значения, част./см <sup>2</sup> *мин	$E_i$	Результат
1	107	35	107	6	0	Удовлетворительно
2	122	45,64	107	6	0,33	Удовлетворительно
3	118	6	107	6	1,30	Неудовлетворительно
4	112	26,3	107	6	0,19	Удовлетворительно
5	120	84	107	6	0,15	Удовлетворительно
6	117	24,6	107	6	0,39	Удовлетворительно
7	116,3	24,4	107	6	0,37	Удовлетворительно
8	116	34	107	6	0,26	Удовлетворительно
9	118,2	23,64	107	6	0,46	Удовлетворительно
10	118,9	23,78	107	6	0,49	Удовлетворительно
11	131,0	19,6	107	6	2,40	Неудовлетворительно
12	121	29	107	6	0,47	Удовлетворительно
13	118	25	107	6	0,43	Удовлетворительно
14	114	29	107	6	0,24	Удовлетворительно

Таблица 3 – Оценка результатов измерений по статистическому критерию  $OK_{\beta} = (118 \pm 7) \text{ част./см}^2 \cdot \text{мин}$

Шифр	Результат участника, част./см <sup>2</sup> *мин	Погрешность результата измерения, част./см <sup>2</sup> *мин	Аттестованное значение ОК, част./см <sup>2</sup> *мин	Погрешность аттестованного значения, част./см <sup>2</sup> *мин	E <sub>i</sub>	Результат
1	120	40	118	7	0,05	Удовлетворительно
2	114,16	42,86	118	7	0,09	Удовлетворительно
3	113	6	118	7	0,54	Удовлетворительно
4	117	27	118	7	0,04	Удовлетворительно
5	116	74,58	118	7	0,03	Удовлетворительно
6	113	24,2	118	7	0,20	Удовлетворительно
7	110	23,5	118	7	0,33	Удовлетворительно
8	140	30	118	7	0,71	Удовлетворительно
9	107	21,4	118	7	0,49	Удовлетворительно
10	107,6	21,52	118	7	0,46	Удовлетворительно
11	118,88	41,27	118	7	0,02	Удовлетворительно
12	133,3	20	118	7	0,72	Удовлетворительно
13	124,26	29,29	118	7	0,21	Удовлетворительно
14	126	29	118	7	0,27	Удовлетворительно
15	130	30	118	7	0,39	Удовлетворительно

Таблица 4 – Оценка результатов измерений по статистическому критерию  $OK_{\gamma 0,5} = (855 \pm 51) \text{ мкЗв/час}$  и  $(1376 \pm 83) \text{ мкЗв/час}$

Шифр	Результат участника, мкЗв/час	Погрешность результата измерения, мкЗв/час	Аттестованное значение ОК, мкЗв/час	Погрешность аттестованного значения, мкЗв/час	E <sub>i</sub>	Результат
2	800	200	855	51	0,27	Удовлетворительно
3	851,92	204,46	855	51	0,01	Удовлетворительно
4	850	17	855	51	0,09	Удовлетворительно
5	1260	218	1376	83	0,50	Удовлетворительно
6	1190	550,15	1376	83	0,33	Удовлетворительно
7	1190	257	1376	83	0,69	Удовлетворительно
8	1280	207	1376	83	0,43	Удовлетворительно
9	1210	195	1376	83	0,78	Удовлетворительно
10	1340	201	1376	83	0,17	Удовлетворительно
11	1343,4	201,51	1376	83	0,15	Удовлетворительно
12	1355,2	271,04	1376	83	0,07	Удовлетворительно
13	1387	448,43	1376	83	0,02	Удовлетворительно
14	1310	10	1376	83	0,79	Удовлетворительно



Продолжение таблицы 4

15	-----	-----	-----	-----	-----	-----
16	1286	288	1376	83	0,30	Удовлетворительно
17	1222	271	1376	83	0,543	Удовлетворительно
18	1250	290	1376	83	0,42	Удовлетворительно
20	1290	330	1376	83	0,25	Удовлетворительно

Таблица 5 – Оценка результатов измерений по статистическому критерию  $OK_{\gamma 1,0} = (218 \pm 13)$  мкЗв/час и  $(343 \pm 21)$  мкЗв/час

Шифр	Результат участника, мкЗв/час	Погрешность результата измерения, мкЗв/час	Аттестованное значение ОК, мкЗв/час	Погрешность аттестованного значения, мкЗв/час	$E_i$	Результат
1	227,6	29,58	218	13	0,30	Удовлетворительно
2	200	50	218	13	0,35	Удовлетворительно
3	212,62	51,03	218	13	0,10	Удовлетворительно
4	209	4	218	13	0,66	Удовлетворительно
5	320	56	343	21	0,38	Удовлетворительно
6	340	157,19	343	21	0,09	Удовлетворительно
7	310	66,9	343	21	0,47	Удовлетворительно
8	227,6	29,58	343	21	0,30	Удовлетворительно
9	340	55	343	21	0,05	Удовлетворительно
10	310	46,5	343	21	0,65	Удовлетворительно
11	325,6	48,84	343	21	0,33	Удовлетворительно
12	330,2	66,04	343	21	0,18	Удовлетворительно
13	336,9	108,91	343	21	0,05	Удовлетворительно
14	310	10	343	21	1,42	Неудовлетворительно
15	325,98	56,48	343	21	0,28	Удовлетворительно
16	348	78	343	21	0,06	Удовлетворительно
17	324	119	343	21	0,16	Удовлетворительно
18	300	70	343	21	0,59	Удовлетворительно
19	300	70	343	21	0,59	Удовлетворительно
20	313	81	343	21	0,36	Удовлетворительно

Таблица 6 – Оценка результатов измерений по статистическому критерию  $OK_{\gamma 2,0} = (55 \pm 3)$  мкЗв/час и  $(85 \pm 5)$  мкЗв/час

Шифр	Результат участника, мкЗв/час	Погрешность результата измерения, мкЗв/час	Аттестованное значение ОК, мкЗв/час	Погрешность аттестованного значения, мкЗв/час	$E_i$	Результат
1	2	3	4	5	6	7
1	50,46	6,56	55	3	0,63	Удовлетворительно
2	51	13	55	3	0,30	Удовлетворительно



Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7
3	53,32	12,8	55	3	0,13	Удовлетворительно
4	52	1	55	3	0,95	Удовлетворительно
5	79	14	85	5	0,40	Удовлетворительно
6	84	38,83	85	5	0,03	Удовлетворительно
7	77	16,4	85	5	0,47	Удовлетворительно
8	88	14,2	85	5	0,20	Удовлетворительно
9	84	13,6	85	5	0,07	Удовлетворительно
10	78	11,7	85	5	0,55	Удовлетворительно
11	80,2	12,3	85	5	0,36	Удовлетворительно
12	82,4	16,48	85	5	0,15	Удовлетворительно
13	84,08	27,2	85	5	0,03	Удовлетворительно
14	79,2	3,2	85	5	0,98	Удовлетворительно
15	92,24	15,98	85	5	0,43	Удовлетворительно
16	89	20	85	5	0,19	Удовлетворительно
17	79	14	85	5	0,40	Удовлетворительно
18	75	17	85	5	0,56	Удовлетворительно
19	75	17	85	5	0,56	Удовлетворительно
20	80	21	85	5	0,23	Удовлетворительно

На основании проведенного анализа неудовлетворительными оказались два результат измерения поверхностной загрязненности альфа-излучающими радионуклидами № 3 и № 11 и один результат измерения загрязненности поверхности гамма-радионуклидами, что составляет 16 % и 6 % от общего числа результатов. Измерения загрязненности поверхности бета-радионуклидами имеют удовлетворительную оценку по статистическому критерию в 100 % случаев.

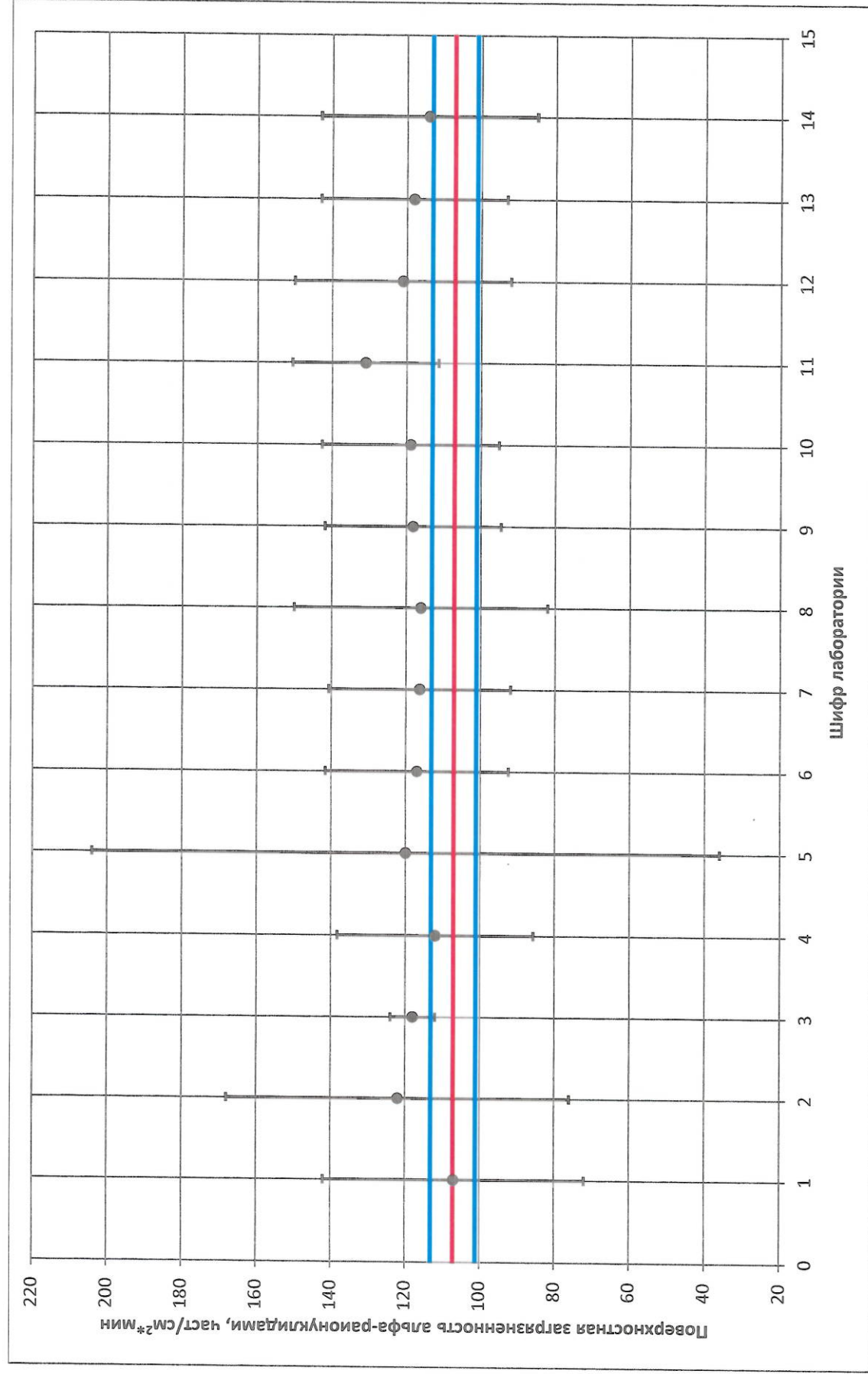


Рис. 1 Результаты МСИ при значении контрольного образца ОК<sub>α</sub> (107±6) част./см²\*мин

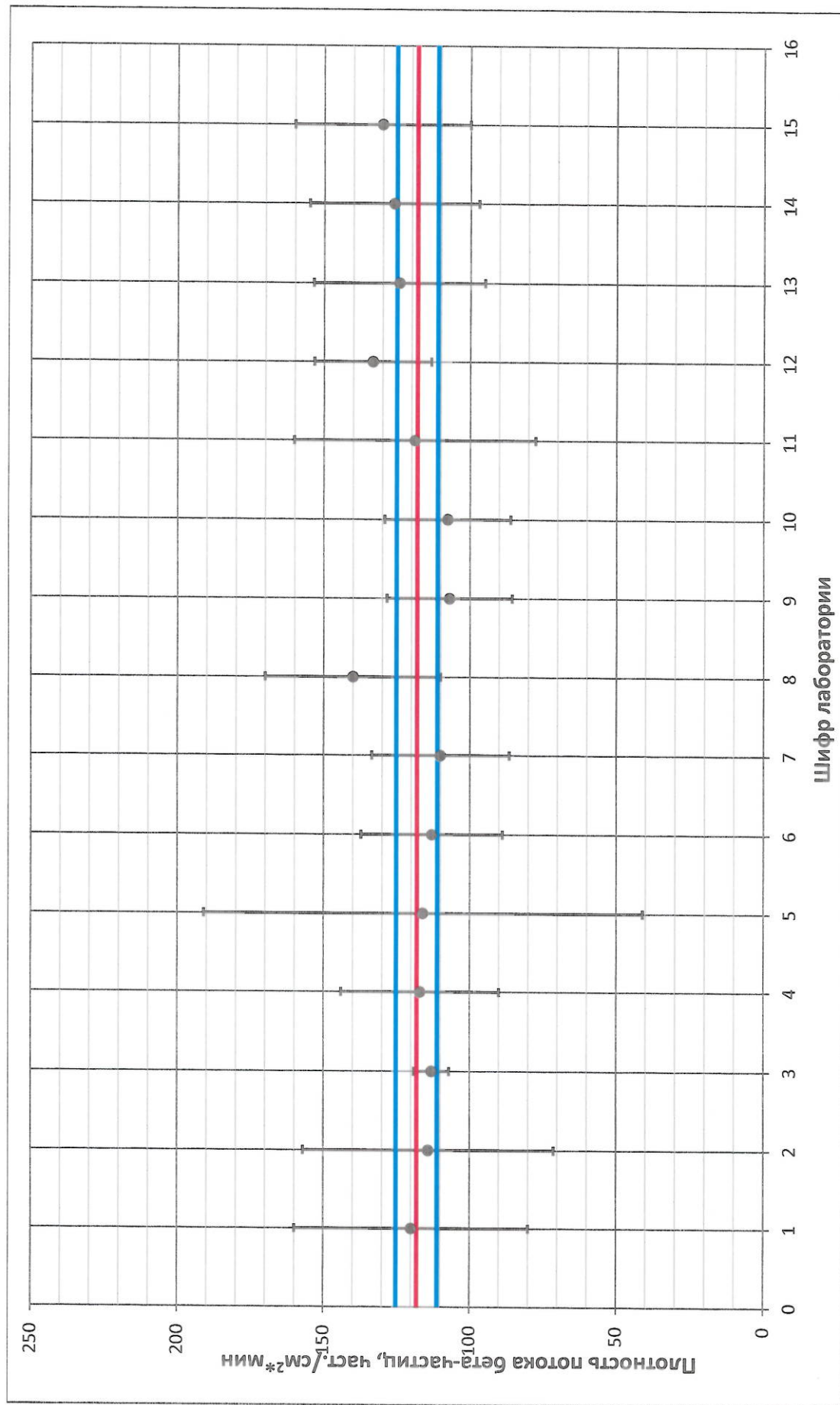


Рис.2 Результаты МСИ при значении контрольного образца ОК<sub>р</sub> (118±7) част./см²\*мин



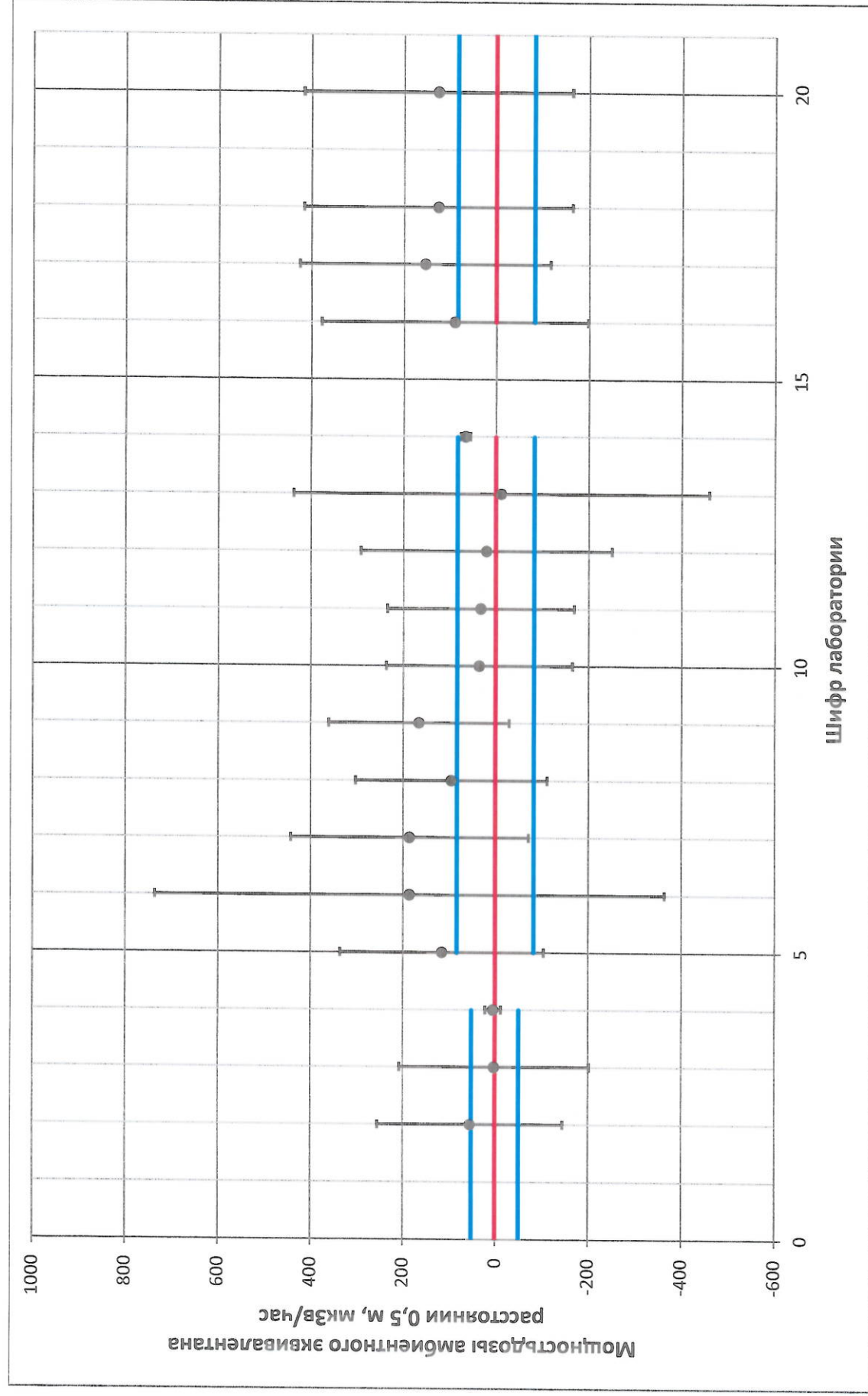


Рис.3 Результаты МСИ при значениях контрольного образца  $OK_{\gamma 0.5}$  ( $855 \pm 51$ ) и  $мкЗв/час$  и ( $1376 \pm 83$ )  $мкЗв/час$

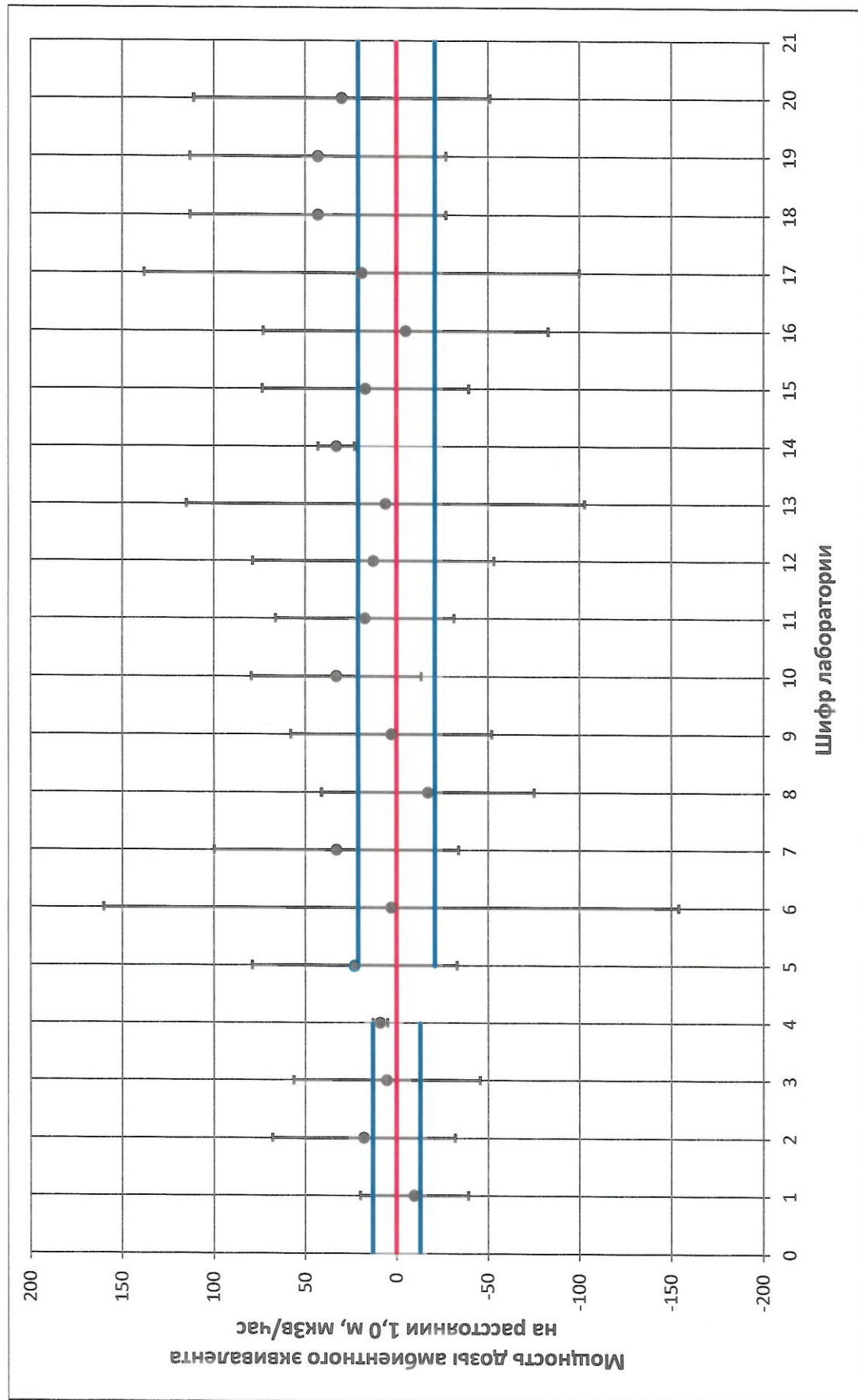


Рис.4 Результаты МСИ при значениях контрольного образца ОК<sub>γ 1,0</sub> (218±13) мкЗв/час и (343±21) мкЗв/час

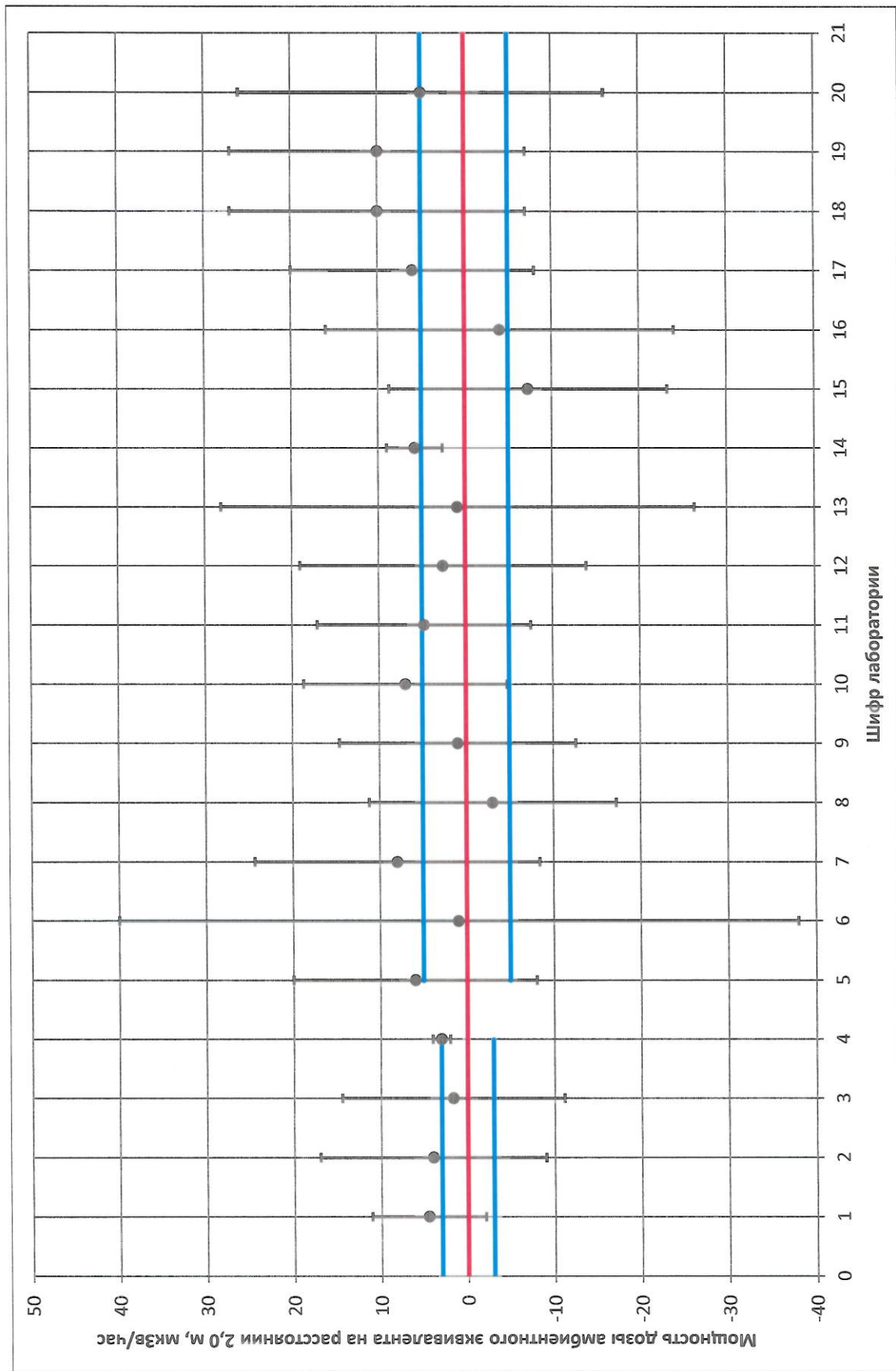


Рис.5 Результаты МСИ при значении контрольного образца ОК- $\gamma_{2,0}$  ( $55 \pm 3$ ) мкЗв/час и ( $85 \pm 5$ ) мкЗв/час



## 4.2 Оценка результатов МСИ с применением Z-индекса

Результаты по данной статистической модели для каждой лаборатории приведены в таблицах 7 – 11.

Таблица 7 – Оценка результатов измерений по Z-индексу  
 $OK_{\alpha} = (107 \pm 6)$  част./см<sup>2</sup>\*мин

Шифр	Результат участника, част./см <sup>2</sup> *мин	Погрешность результата измерения, част./см <sup>2</sup> *мин	Аттестованное значение ОК, част./см <sup>2</sup> *мин	Погрешность аттестованного значения, част./см <sup>2</sup> *мин	Z-индекс	Результат
1	107	35	107	6	0	Удовлетворительно
2	122	45,64	107	6	0,64	Удовлетворительно
3	118	6	107	6	3,59	Неудовлетворительно
4	112	26,3	107	6	0,37	Удовлетворительно
5	120	84	107	6	0,30	Удовлетворительно
6	117	24,6	107	6	0,80	Удовлетворительно
7	116,3	24,4	107	6	0,75	Удовлетворительно
8	116	34	107	6	0,52	Удовлетворительно
9	118,2	23,64	107	6	0,93	Удовлетворительно
10	118,9	23,78	107	6	0,98	Удовлетворительно
11	131,0	19,6	107	6	2,4	Сомнительно
12	121	29	107	6	0,95	Удовлетворительно
13	118	25	107	6	0,86	Удовлетворительно
14	114	29	107	6	0,47	Удовлетворительно

Таблица 8 – Оценка результатов измерений по Z-индексу  
 $OK_{\beta} = (118 \pm 7)$  част./см<sup>2</sup>\*мин

Шифр	Результат участника, част./см <sup>2</sup> *мин	Погрешность результата измерения, част./см <sup>2</sup> *мин	Аттестованное значение ОК, част./см <sup>2</sup> *мин	Погрешность аттестованного значения, част./см <sup>2</sup> *мин	Z-индекс	Результат
1	2	3	4	5	6	7
1	120	40	118	7	0,10	Удовлетворительно
2	114,16	42,86	118	7	0,18	Удовлетворительно
3	113	6	118	7	1,63	Удовлетворительно
4	117	27	118	7	0,07	Удовлетворительно
5	116	74,58	118	7	0,05	Удовлетворительно
6	113	24,2	118	7	0,40	Удовлетворительно
7	110	23,5	118	7	0,67	Удовлетворительно
8	140	30	118	7	1,44	Удовлетворительно
9	107	21,4	118	7	1,00	Удовлетворительно
10	107,6	21,52	118	7	0,95	Удовлетворительно

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5	6	7
11	118,88	41,27	118	7	0,04	Удовлетворительно
12	133,3	20	118	7	1,50	Удовлетворительно
13	124,26	29,29	118	7	0,42	Удовлетворительно
14	126	29	118	7	0,54	Удовлетворительно
15	130	30	118	7	0,78	Удовлетворительно

Таблица 9 – Оценка результатов измерений по Z-индексу  $OK_{\gamma 0,5} = (855 \pm 51)$  мкЗв/час и  $(1376 \pm 83)$  мкЗв/час

Шифр	Результат участника, мкЗв/час	Погрешность результата измерения, мкЗв/час	Аттестованное значение ОК, мкЗв/час	Погрешность аттестованного значения, мкЗв/час	Z-индекс	Результат
2	800	200	855	51	0,54	Удовлетворительно
3	851,92	204,46	855	51	0,03	Удовлетворительно
4	850	17	855	51	0,58	Удовлетворительно
5	1260	218	1376	83	1,04	Удовлетворительно
6	1190	550,15	1376	83	0,66	Удовлетворительно
7	1190	257	1376	83	1,42	Удовлетворительно
8	1280	207	1376	83	0,91	Удовлетворительно
9	1210	195	1376	83	1,67	Удовлетворительно
10	1340	201	1376	83	0,35	Удовлетворительно
11	1343,4	201,51	1376	83	0,32	Удовлетворительно
12	1355,2	271,04	1376	83	0,15	Удовлетворительно
13	1387	448,43	1376	83	0,05	Удовлетворительно
14	1310	10	1376	83	13,0	Неудовлетворительно
15	-----	-----	-----	-----	-----	-----
16	1286	288	1376	83	0,61	Удовлетворительно
17	1222	271	1376	83	1,11	Удовлетворительно
18	1376	83	1376	83	0,85	Удовлетворительно
20	1290	330	1376	83	0,51	Удовлетворительно

Таблица 10 – Оценка результатов измерений по Z-индексу  $OK_{\gamma 1,0} = (218 \pm 13)$  мкЗв/час и  $(343 \pm 21)$  мкЗв/час

Шифр	Результат участника, мкЗв/час	Погрешность результата измерения, мкЗв/час	Аттестованное значение ОК, мкЗв/час	Погрешность аттестованного значения, мкЗв/час	Z-индекс	Результат
1	2	3	4	5	6	7
1	227,6	29,58	218	13	0,64	Удовлетворительно



Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5	6	7
2	200	50	218	13	0,71	Удовлетворительно
3	212,62	51,03	218	13	0,21	Удовлетворительно
4	209	4	218	13	4,41	Неудовлетворительно
5	320	56	343	21	0,81	Удовлетворительно
6	340	157,19	343	21	0,04	Удовлетворительно
7	310	66,9	343	21	0,97	Удовлетворительно
8	227,6	29,58	343	21	0,57	Удовлетворительно
9	340	55	343	21	0,11	Удовлетворительно
10	310	46,5	343	21	1,39	Удовлетворительно
11	325,6	48,84	343	21	0,70	Удовлетворительно
12	330,2	66,04	343	21	0,38	Удовлетворительно
13	336,9	108,91	343	21	0,11	Удовлетворительно
14	310	10	343	21	6,47	Неудовлетворительно
15	325,98	56,48	343	21	0,59	Удовлетворительно
16	348	78	343	21	0,13	Удовлетворительно
17	324	119	343	21	0,31	Удовлетворительно
18	300	70	343	21	1,20	Удовлетворительно
19	300	70	343	21	1,20	Удовлетворительно
20	313	81	343	21	0,73	Удовлетворительно

Таблица 11 – Оценка результатов измерений по Z-индексу  
ОК<sub>γ 2,0</sub> = (55±3) мкЗв/час и (85±5) мкЗв/час

Шифр	Результат участника, мкЗв/час	Погрешность результата измерения, мкЗв/час	Аттестованное значение ОК, мкЗв/час	Погрешность аттестованного значения, мкЗв/час	Z-индекс	Результат
1	50,46	6,56	55	3	1,36	Удовлетворительно
2	51	13	55	3	0,60	Удовлетворительно
3	53,32	12,8	55	3	0,26	Удовлетворительно
4	52	1	55	3	5,88	Неудовлетворительно
5	79	14	85	5	0,84	Удовлетворительно
6	84	38,83	85	5	0,05	Удовлетворительно
7	77	16,4	85	5	0,96	Удовлетворительно
8	88	14,2	85	5	0,41	Удовлетворительно
9	84	13,6	85	5	0,14	Удовлетворительно
10	78	11,7	85	5	1,17	Удовлетворительно
11	80,2	12,3	85	5	0,76	Удовлетворительно
12	82,4	16,48	85	5	0,31	Удовлетворительно
13	84,08	27,2	85	5	0,07	Удовлетворительно
14	79,2	3,2	85	5	3,55	Неудовлетворительно
15	92,24	15,98	85	5	0,89	Удовлетворительно
16	89	20	85	5	0,39	Удовлетворительно
17	79	14	85	5	0,84	Удовлетворительно
18	75	17	85	5	1,15	Удовлетворительно
19	75	17	85	5	1,15	Удовлетворительно
20	80	21	85	5	0,47	Удовлетворительно



## **5 Выводы**

На основании проведенного анализа неудовлетворительными по Z-индексу оказались по два результата измерения загрязненности поверхности альфа-излучающими радионуклидами и гамма-излучающими радионуклидами, полученными при измерении на расстоянии 2,0 м от источника излучения, что составляет 16 % и 11 % от общего числа результатов, соответственно, и по одному неудовлетворительному результату измерения загрязненности поверхности гамма-радионуклидами, полученными при измерении на расстоянии 0,5 и 1,0 м от источника излучения, что составляет 5 % от общего числа измерений. Измерения загрязненности поверхности бета-радионуклидами имеют удовлетворительную оценку по Z-индексу в 100 % случаев.

Все результаты измерений, имеющие неудовлетворительную или сомнительную оценку на основании Z-индекса, получили ее по причине неадекватно заниженного значения погрешности.

## **6 Заключение**

По результатам проведенных межлабораторных сличительных испытаний, всем участникам было выдано свидетельство об участии. Все свидетельства в качестве приложения содержат заключение с результатами измерений (испытаний) с указанием критериев их оценки.

## **7 Контактные сведения о провайдере МСИ**

Провайдер МСИ (АО «ВНИИНМ»): 123060, Москва, АО «ВНИИНМ»; ул. Рогова, д. 5-А. Тел./факс: 8 (499) 190-23-25.

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

Координатор программы – начальник лаборатории Максимов И.М.

## **8 Конфиденциальность**

Конфиденциальность обеспечивается в соответствии с РК-505-3-2019, разработанным провайдером МСИ АО «ВНИИНМ». На основании РК полная

информация о результатах проведенной программы проверки квалификации предоставляется только заказчику, идентичность участников МСИ является конфиденциальной информацией и известна только заказчику программы проверки квалификации, директору отделения, начальнику СП, проводящего МСИ, и координатору МСИ.

Начальник лаборатории  
метрологического обеспечения  
аналитического контроля, к.х.н.

И.М. Максимова

Начальник отдела КИПиА

Н.Г. Шепотинник

Ст. научный сотрудник лаборатории  
метрологического обеспечения  
аналитического контроля, к.т.н.

К.Н. Елистратова

Инженер 2 категории отдела КИПиА

А.И. Троян