

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

метрологического отделения –
руководитель Провайдера МСИ

В.Б. Горшков

2023 г.



ОТЧЕТ №532/954-2023

О ПРОВЕДЕНИИ МЕЖЛАБОРАТОРНЫХ СЛИЧИТЕЛЬНЫХ
ИСПЫТАНИЙ ПО КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА ИЗМЕРЕНИЙ
РАДИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВ (ГРУНТОВ) В РАМКАХ
РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

П.МСИ.РЭМП-532/032-2022

Москва 2023

Содержание

Введение	3
1 Определяемые параметры (показатели).....	3
2 Образцы для контроля.....	3
3 Методы (методики) измерений	6
4 Анализ результатов измерений	7
5 Выводы и рекомендации.....	20
6 Контактные сведения о Провайдере МСИ.....	21
7 Конфиденциальность	21
Приложение А Свидетельство об аттестации пробы почвы.....	22

Введение

Проведены межлабораторные сличительные испытания (МСИ) по контролю качества измерений удельной активности альфа-, бета- и гамма-излучающих радионуклидов в почвах (грунтах).

Всего в МСИ приняли участие 54 измерительные (испытательные) лаборатории (ИЛ).

1 Определяемые параметры (показатели)

Определяемые параметры (показатели) описаны в таблице 1.

Таблица 1 – Определяемые параметры (показатели)

Объект измерения	Параметр (показатель) измерения	Диапазон измерения
Почва (грунт)	Удельная активность альфа-излучающих радионуклидов ($^{239}\text{Pu}+^{240}\text{Pu}$)	1,0 – 20,0 Бк/кг
	Удельная активность бета-излучающих радионуклидов (^{90}Sr)	5,0-50,0 Бк/кг
	Удельная активность гамма-излучающих радионуклидов в диапазоне энергий 0,2 – 2,8 МэВ (^{137}Cs)	10,0-100,0 Бк/кг

2 Образцы для контроля

В качестве материала образцов для контроля (ОК) была выбрана дерново-подзолистая почва, отобранная на территории загрязнения в регионе размещения ФГУП «ПО «Маяк».

Изготовление, аттестация, рассылка образцов осуществлялась АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина» по договору №26/10921-Д от 11.08.2022 г.

Информация об отборе и подготовке материала ОК содержится в аналитическом отчете №217/60-Отч от 08.11.2022, подготовленном АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина».

ОК расфасованы в пластиковую тару в виде контейнеров с герметично завинчивающимися крышками, обеспечивающих целостность ОК. Стабильность ОК обеспечивалась природой используемых изотопов, гарантирующих неизменность метрологических характеристик на период проведения МСИ. Однородность ОК обеспечивалась процедурой подготовки всех экземпляров ОК из одного контейнера материала. Масса каждого образца составляла 250 г. Каждый ОК был снабжен этикеткой, на которой указан шифр образца РЭМП-532/032 и его порядковый номер (от №1 до №60). Условия хранения ОК до расфасовки и после сохранялись идентичными.

Аттестация (сертификация) всего материала осуществлялась ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» (Приложение А). С учетом радиоактивного распада приписанные значения материала ОК и их расширенные неопределенности на период проведения межлабораторных сличительных испытаний составляют:

- удельная активность альфа-излучающих радионуклидов ($^{239}\text{Pu}+^{240}\text{Pu}$) - $(1,7\pm 0,4)$ Бк/кг;
- удельная активность бета-излучающих радионуклидов (^{90}Sr) - (45 ± 5) Бк/кг.

Каждый ОК был аттестован (с установлением приписанного значения для цезия-137) ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева». Измерения активности и удельной активности радионуклида цезия-137 в ОК выполнялись с использованием оборудования государственного вторичного эталона единиц активности радионуклидов в диапазоне значений от 10 до $1 \cdot 10^7$ Бк и потока фотонов радионуклидных источников в диапазоне значений от 5 до $5 \cdot 10^4$ с⁻¹ (рег. номер 2.1.ZZB.0421.2022), имеющего прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы активности радионуклидов, удельной активности радионуклидов, потока альфа-и бета-частиц и фотонов радионуклидных

источников ГЭТ 6-2016. Удельные активности цезия-137 в ОК представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Приписанные значения удельной активности Cs-137 ОК

№ п/п	Шифр ОК	Удельная активность, Бк/кг ⁻¹	Расширенная неопределенность (при k=2), %
1.	РЭМП-532/032 № 01	81,0	5
2.	РЭМП-532/032 № 02	78,4	5
3.	РЭМП-532/032 № 03	80,0	5
4.	РЭМП-532/032 № 04	81,0	5
5.	РЭМП-532/032 № 05	78,8	5
6.	РЭМП-532/032 № 06	78,4	5
7.	РЭМП-532/032 № 07	78,0	5
8.	РЭМП-532/032 № 08	77,6	5
9.	РЭМП-532/032 № 09	80,0	5
10.	РЭМП-532/032 № 10	78,4	5
11.	РЭМП-532/032 № 11	80,0	5
12.	РЭМП-532/032 № 12	78,8	5
13.	РЭМП-532/032 № 13	78,0	5
14.	РЭМП-532/032 № 14	78,0	5
15.	РЭМП-532/032 № 15	77,6	5
16.	РЭМП-532/032 № 16	78,4	5
17.	РЭМП-532/032 № 17	78,4	5
18.	РЭМП-532/032 № 18	78,4	5
19.	РЭМП-532/032 № 19	80,0	5
20.	РЭМП-532/032 № 20	78,4	5
21.	РЭМП-532/032 № 21	80,0	5
22.	РЭМП-532/032 № 22	78,8	5
23.	РЭМП-532/032 № 23	80,0	5
24.	РЭМП-532/032 № 24	79,0	5
25.	РЭМП-532/032 № 25	81,0	5
26.	РЭМП-532/032 № 26	80,0	5
27.	РЭМП-532/032 № 27	84,0	5
28.	РЭМП-532/032 № 28	80,0	5
29.	РЭМП-532/032 № 29	82,0	5
30.	РЭМП-532/032 № 30	81,0	5
31.	РЭМП-532/032 № 31	79,0	5
32.	РЭМП-532/032 № 32	79,0	5
33.	РЭМП-532/032 № 33	81,0	5
34.	РЭМП-532/032 № 34	78,0	5
35.	РЭМП-532/032 № 35	78,4	5
36.	РЭМП-532/032 № 36	80,0	5
37.	РЭМП-532/032 № 37	80,0	5
38.	РЭМП-532/032 № 38	80,0	5
39.	РЭМП-532/032 № 39	79,0	5
40.	РЭМП-532/032 № 40	80,0	5

№ п/п	Шифр ОК	Удельная активность, Бк/кг ⁻¹	Расширенная неопределенность (при k=2), %
41.	РЭМП-532/032 № 41	76,0	5
42.	РЭМП-532/032 № 42	76,4	5
43.	РЭМП-532/032 № 43	77,2	5
44.	РЭМП-532/032 № 44	77,2	5
45.	РЭМП-532/032 № 45	77,2	5
46.	РЭМП-532/032 № 46	77,2	5
47.	РЭМП-532/032 № 47	80,0	5
48.	РЭМП-532/032 № 48	79,0	5
49.	РЭМП-532/032 № 49	78,0	5
50.	РЭМП-532/032 № 50	77,6	5
51.	РЭМП-532/032 № 51	74,8	5
52.	РЭМП-532/032 № 52	76,0	5
53.	РЭМП-532/032 № 53	78,8	5
54.	РЭМП-532/032 № 54	78,0	5
55.	РЭМП-532/032 № 55	78,4	5
56.	РЭМП-532/032 № 56	78,0	5
57.	РЭМП-532/032 № 57	76,8	5
58.	РЭМП-532/032 № 58	77,2	5
59.	РЭМП-532/032 № 59	75,6	5
60.	РЭМП-532/032 № 60	80,0	5

Метрологическая прослеживаемость к международной системе единиц (СИ) достигалась путем применения аттестованных эталонов единиц величин, средств измерений утвержденных типов, прошедших процедуру поверки в соответствии с действующей поверочной схемой, обеспечивающей метрологическую прослеживаемость к национальным эталонам единиц величин.

3 Методы (методики) измерений

Измерения удельной активности альфа-излучающих радионуклидов (²³⁹Pu+²⁴⁰Pu), удельной активности бета-излучающих радионуклидов (⁹⁰Sr) и удельной активности гамма-излучающих радионуклидов в диапазоне энергий 0,2 – 2,8 МэВ в почвах (грунтах) осуществлялись радиометрическим методом.

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 каждой лаборатории рассчитывалась величина критерия (E_n) по формуле:

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

где X_i – результат измерения i -ой лаборатории;

x – приписанное значение ОК;

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

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

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

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

Результаты расчета E_n при определении удельной активности альфа-излучающих радионуклидов ($^{239}\text{Pu}+^{240}\text{Pu}$), удельной активности бета-излучающих радионуклидов (^{90}Sr), удельной активности гамма-излучающих радионуклидов (^{137}Cs) представлены в таблицах 3-5.

Таблица 3 – Анализ результатов измерения удельной активности альфа-излучающих радионуклидов ($^{239}\text{Pu}+^{240}\text{Pu}$) по E_n -критерию

№ п/п	Шифр образца	Приписанное значение ОК, Бк/кг	Расширенная неопределенность приписанного значения ОК, Бк/кг	Результат измерения лаборатории, Бк/кг	Погрешность (неопределенность) лаборатории, Бк/кг	E_n	Вывод по E_n
1	№ 01	1,7	0,4	6,2	1,2	3,56	неудовлетворительно
2	№ 02	1,7	0,4	1,0	0,3	1,40	неудовлетворительно
3	№ 03	1,7	0,4	1,59	0,45	0,18	удовлетворительно
4	№ 10	1,7	0,4	1,06	0,13	1,52	неудовлетворительно
5	№ 17	1,7	0,4	1,15	0,29	1,11	неудовлетворительно
6	№ 20	1,7	0,4	6,5	3,9	1,22	неудовлетворительно
7	№ 45	1,7	0,4	2,7	1,1	0,85	удовлетворительно
8	№ 49	1,7	0,4	6,7	3,1	1,60	неудовлетворительно

Таблица 4 – Анализ результатов измерения удельной активности бета-излучающих радионуклидов (^{90}Sr) по E_n -критерию

№ п/п	Шифр образца	Приписанное значение ОК, Бк/кг	Расширенная неопределенность приписанного значения ОК, Бк/кг	Результат измерения лаборатории, Бк/кг	Погрешность (неопределенность) лаборатории, Бк/кг	E_n	Вывод по E_n
1	№ 02	45	5	42	12	0,23	удовлетворительно
2	№ 03	45	5	36	9	0,87	удовлетворительно
3	№ 04	45	5	103,2	67,36	0,86	удовлетворительно
4	№ 04	45	5	109,53	73,16	0,88	удовлетворительно
5	№ 08	45	5	42	17	0,17	удовлетворительно
6	№ 10	45	5	51	6	0,77	удовлетворительно
7	№ 12	45	5	26,8	9,8	1,65	неудовлетворительно
8	№ 13	45	5	51	15	0,38	удовлетворительно
9	№ 15	45	5	43,6	8,5	0,14	удовлетворительно
10	№ 15	45	5	39,9	7,8	0,55	удовлетворительно
11	№ 17	45	5	69	23	1,02	неудовлетворительно
12	№ 18	45	5	52,0	15,6	0,43	удовлетворительно
13	№ 19	45	5	111,8	22,4	2,91	неудовлетворительно

№ п/п	Шифр образца	Приписанное значение ОК, Бк/кг	Расширенная неопределенность приписанного значения ОК, Бк/кг	Результат измерения лаборатории, Бк/кг	Погрешность (неопределенность) лаборатории, Бк/кг	E_n	Вывод по E_n
14	№ 20	45	5	37	17	0,45	удовлетворительно
15	№ 26	45	5	88,9	27,9	1,55	неудовлетворительно
16	№ 37	45	5	144	72	1,37	неудовлетворительно
17	№ 38	45	5	71,4	19,9	1,29	неудовлетворительно
18	№ 39	45	5	68,9	20,4	1,14	неудовлетворительно
19	№ 40	45	5	92,5	37,0	1,27	неудовлетворительно
20	№ 40	45	5	83,7	33,5	1,14	неудовлетворительно
21	№ 40	45	5	89,0	35,6	1,22	неудовлетворительно
22	№ 41	45	5	103,4	57,3	1,02	неудовлетворительно
23	№ 42	45	5	119,22	11,92	5,74	неудовлетворительно
24	№ 43	45	5	50,2	37,5	0,14	удовлетворительно
25	№ 43	45	5	48,6	34,5	0,10	удовлетворительно
26	№ 44	45	5	46,7	12,9	0,12	удовлетворительно
27	№ 45	45	5	15,3	5,4	4,04	неудовлетворительно
28	№ 46	45	5	99,0	40,9	1,31	неудовлетворительно
29	№ 47	45	5	50,01	18,60	0,26	удовлетворительно
30	№ 48	45	5	48,5	8,4	0,36	удовлетворительно
31	№ 48	45	5	35,9	23,4	0,38	удовлетворительно
32	№ 49	45	5	54	22	0,40	удовлетворительно

Таблица 5 – Анализ результатов измерения удельной активности гамма-излучающих радионуклидов (^{137}Cs) по E_n -критерию

№ п/п	Шифр образца	Приписанное значение ОК, Бк/кг	Расширенная неопределенность приписанного значения ОК, Бк/кг	Результат измерения лаборатории, Бк/кг	Погрешность (неопределенность) лаборатории, Бк/кг	E_n	Вывод по E_n
1	№ 01	81	5	90	13	0,65	удовлетворительно
2	№ 02	78,4	5	70	12	0,65	удовлетворительно
3	№ 03	80	5	81	21	0,046	удовлетворительно
4	№ 04	81	5	53,53	20,57	1,30	неудовлетворительно

№ п/п	Шифр образца	Приписанное значение ОК, Бк/кг	Расширенная неопределенность приписанного значения ОК, Бк/кг	Результат измерения лаборатории, Бк/кг	Погрешность (неопределенность) лаборатории, Бк/кг	E_n	Вывод по E_n
5	№ 05	78,8	5	203,7	28,2	4,36	неудовлетворительно
6	№ 06	78,4	5	58,7	23,5	0,82	удовлетворительно
7	№ 06	78,4	5	62,3	25,0	0,63	удовлетворительно
8	№ 08	77,6	5	96	19	0,94	удовлетворительно
9	№ 09	80	5	85	25	0,20	удовлетворительно
10	№ 10	78,4	5	102	19	1,20	неудовлетворительно
11	№ 11	80	5	107,2	22,5	1,18	неудовлетворительно
12	№ 12	78,8	5	60	3	3,22	неудовлетворительно
13	№ 13	78,0	5	65	13	0,93	удовлетворительно
14	№ 14	78,0	5	77,2	9,6	0,07	удовлетворительно
15	№ 15	77,6	5	80	12	0,18	удовлетворительно
16	№ 16	78,4	5	77	5	0,20	удовлетворительно
17	№ 17	78,4	5	84	18	0,30	удовлетворительно
18	№ 18	78,4	5	83,9	27,7	0,20	удовлетворительно
19	№ 19	80	5	82,0	12,3	0,15	удовлетворительно
20	№ 20	78,4	5	58	15	1,29	неудовлетворительно
21	№ 20	78,4	5	57	17	1,21	неудовлетворительно
22	№ 21	80	5	78,35	27,11	0,06	удовлетворительно
23	№ 22	78,8	5	75,0	25,3	0,15	удовлетворительно
24	№ 22	78,8	5	80,0	30,0	0,04	удовлетворительно
25	№ 23	80	5	71,5	7,9	0,91	удовлетворительно
26	№ 23	80	5	70,7	26,9	0,34	удовлетворительно
27	№ 24	79	5	89	13	0,72	удовлетворительно
28	№ 25	81	5	78,64	25,17	0,09	удовлетворительно
29	№ 25	81	5	80,40	25,73	0,023	удовлетворительно
30	№ 26	80	5	101,2	35,0	0,60	удовлетворительно
31	№ 27	84	5	72,8	21,8	0,50	удовлетворительно
32	№ 28	80	5	75,5	22,7	0,19	удовлетворительно
33	№ 28	80	5	78,2	23,5	0,075	удовлетворительно
34	№ 29	82	5	61,165	25,203	0,81	удовлетворительно
35	№ 29	82	5	64,502	26,145	0,66	удовлетворительно
36	№ 30	81	5	71,3	23,4	0,41	удовлетворительно
37	№ 31	79	5	72	17	0,40	удовлетворительно
38	№ 32	79	5	71,2	18,4	0,41	удовлетворительно
39	№ 33	81	5	68,5	27,0	0,46	удовлетворительно

№ п/п	Шифр образца	Приписанное значение ОК, Бк/кг	Расширенная неопределенность приписанного значения ОК, Бк/кг	Результат измерения лаборатории, Бк/кг	Погрешность (неопределенность) лаборатории, Бк/кг	E_n	Вывод по E_n
40	№ 34	78,0	5	93,5	20,0	0,75	удовлетворительно
41	№ 35	78,4	5	93,40	13,78	1,02	неудовлетворительно
42	№ 36	80	5	110	25	1,18	неудовлетворительно
43	№ 36	80	5	118	29	1,29	неудовлетворительно
44	№ 37	80	5	78	39	0,05	удовлетворительно
45	№ 38	80	5	93,3	25,1	0,52	удовлетворительно
46	№ 39	79	5	102,0	28,9	0,78	удовлетворительно
47	№ 40	80	5	108,1	21,6	1,27	неудовлетворительно
48	№ 40	80	5	100,1	35,0	0,57	удовлетворительно
49	№ 40	80	5	87,1	34,8	0,20	удовлетворительно
50	№ 40	80	5	107,7	21,5	1,25	неудовлетворительно
51	№ 41	76,0	5	111,9	38,9	0,92	удовлетворительно
52	№ 42	76,4	5	82,74	16,54	0,37	удовлетворительно
53	№ 43	77,2	5	54,6	24,7	0,90	удовлетворительно
54	№ 43	77,2	5	50,0	20,2	1,31	неудовлетворительно
55	№ 44	77,2	5	71,6	10,1	0,50	удовлетворительно
56	№ 45	77,2	5	131,0	35,4	1,50	неудовлетворительно
57	№ 46	77,2	5	76,3	24,3	0,036	удовлетворительно
58	№ 47	80	5	100,99	17,27	1,17	неудовлетворительно
59	№ 48	79	5	126,6	97,5	0,49	удовлетворительно
60	№ 48	79	5	82,8	31,4	0,12	удовлетворительно
61	№ 49	78,0	5	88	25	0,39	удовлетворительно
62	№ 51	74,8	5	34,4	7,5	4,48	неудовлетворительно
63	№ 52	76,0	5	20,7	4,3	8,39	неудовлетворительно
64	№ 54	78,0	5	72,3	9,8	0,52	удовлетворительно
65	№ 59	75,6	5	95	25	0,76	удовлетворительно

По измерениям удельной активности альфа-излучающих радионуклидов представлено 8 результатов измерений, из которых удовлетворительных по статистическому критерию $E_n - 2$ (25 %).

По измерениям удельной активности бета-излучающих радионуклидов представлено 32 результата измерений, из которых удовлетворительных по статистическому критерию $E_n - 18$ (56 %).

По измерениям удельной активности гамма-излучающих радионуклидов представлено 65 результатов измерений, из которых удовлетворительных по статистическому критерию E_n – 48 (74 %).

На рисунках 1-3 представлены диаграммы, являющиеся графическим отображением оценки результата лабораторий по статистическому критерию. На диаграммах каждый результат представлен с указанием границ погрешности (неопределенности) измерения, указанной лабораторией.

Центральной линией на диаграммах обозначено приписанное значение ОК, интервал, ограниченный красными линиями, – границы расширенной неопределенности приписанного значения ОК.

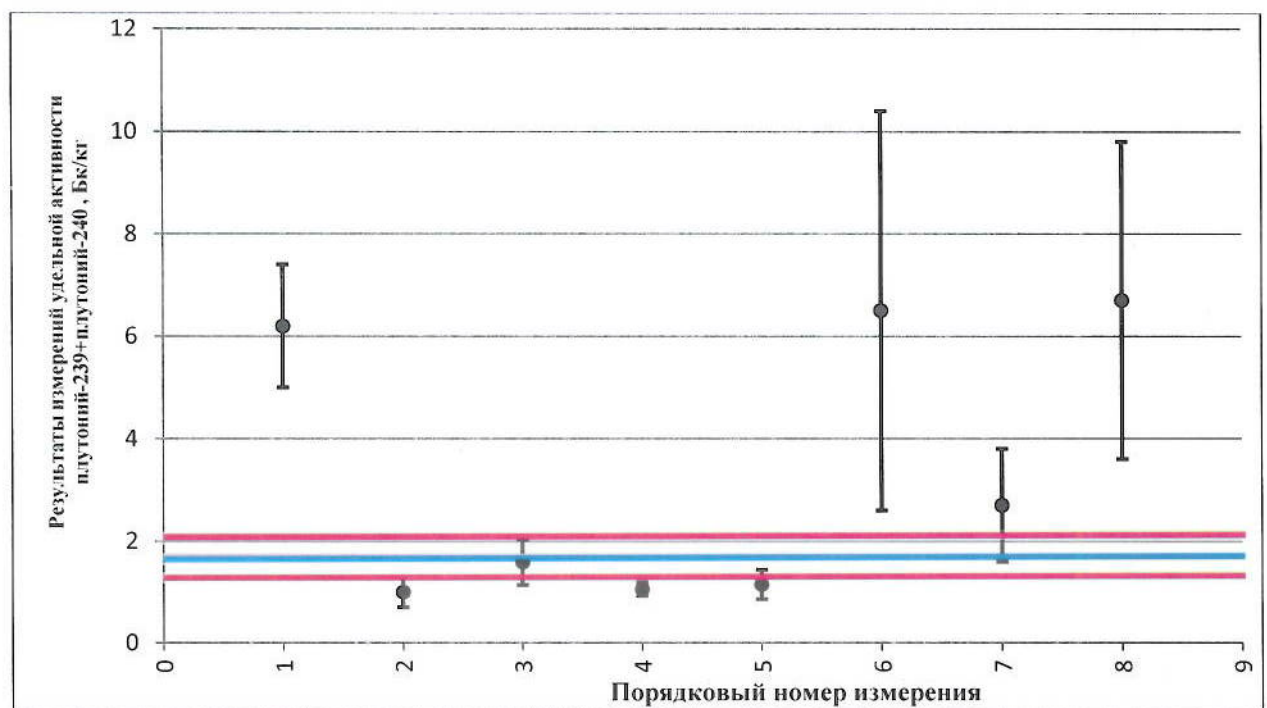


Рисунок 1- Результаты измерений удельной активности альфа-излучающих радионуклидов ($^{239}\text{Pu}+^{240}\text{Pu}$) в почвах (грунте)

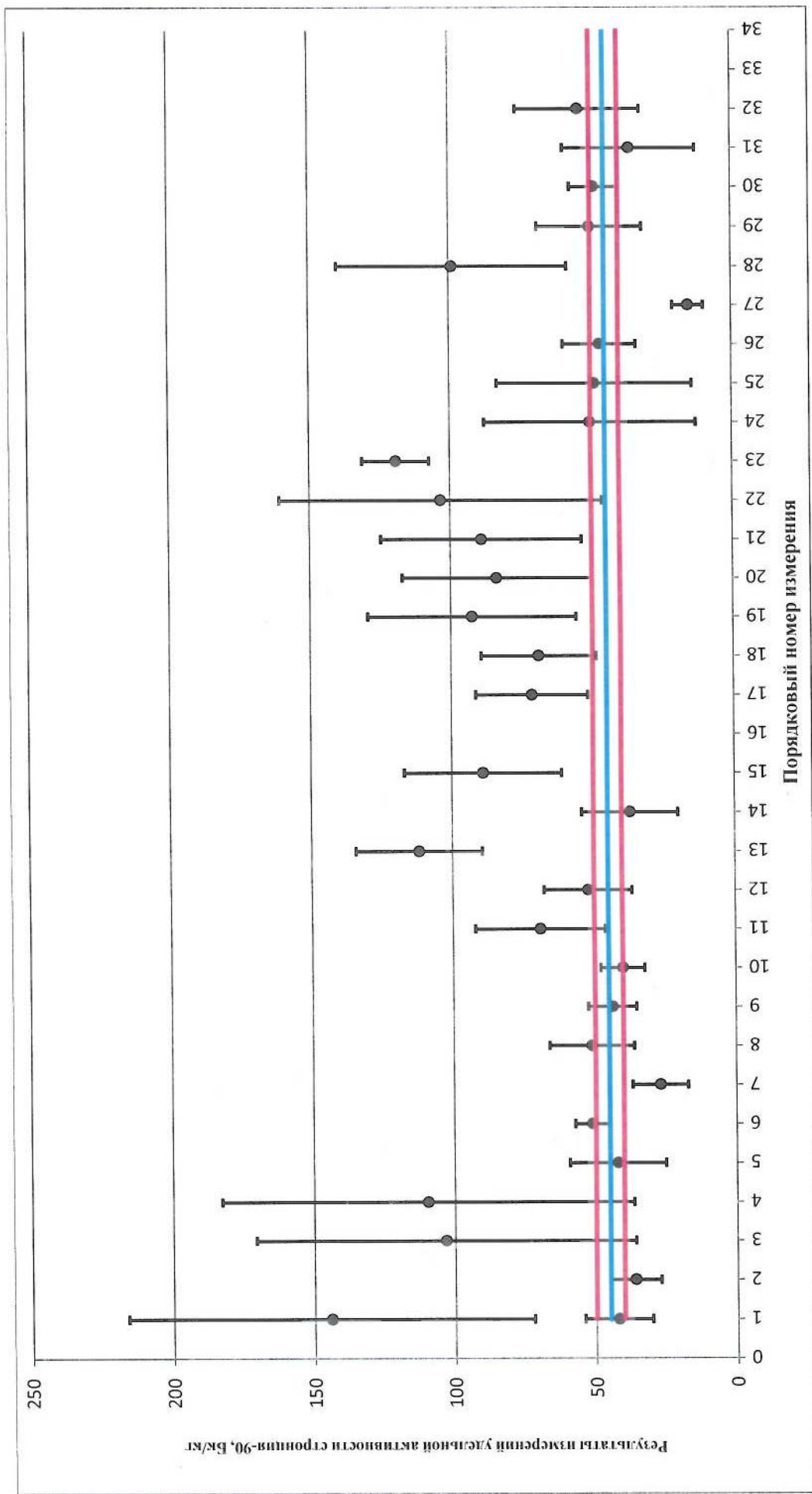


Рисунок 2 – Результаты измерений удельной активности бета-излучающих радионуклидов (^{90}Sr) в почвах (грунте)

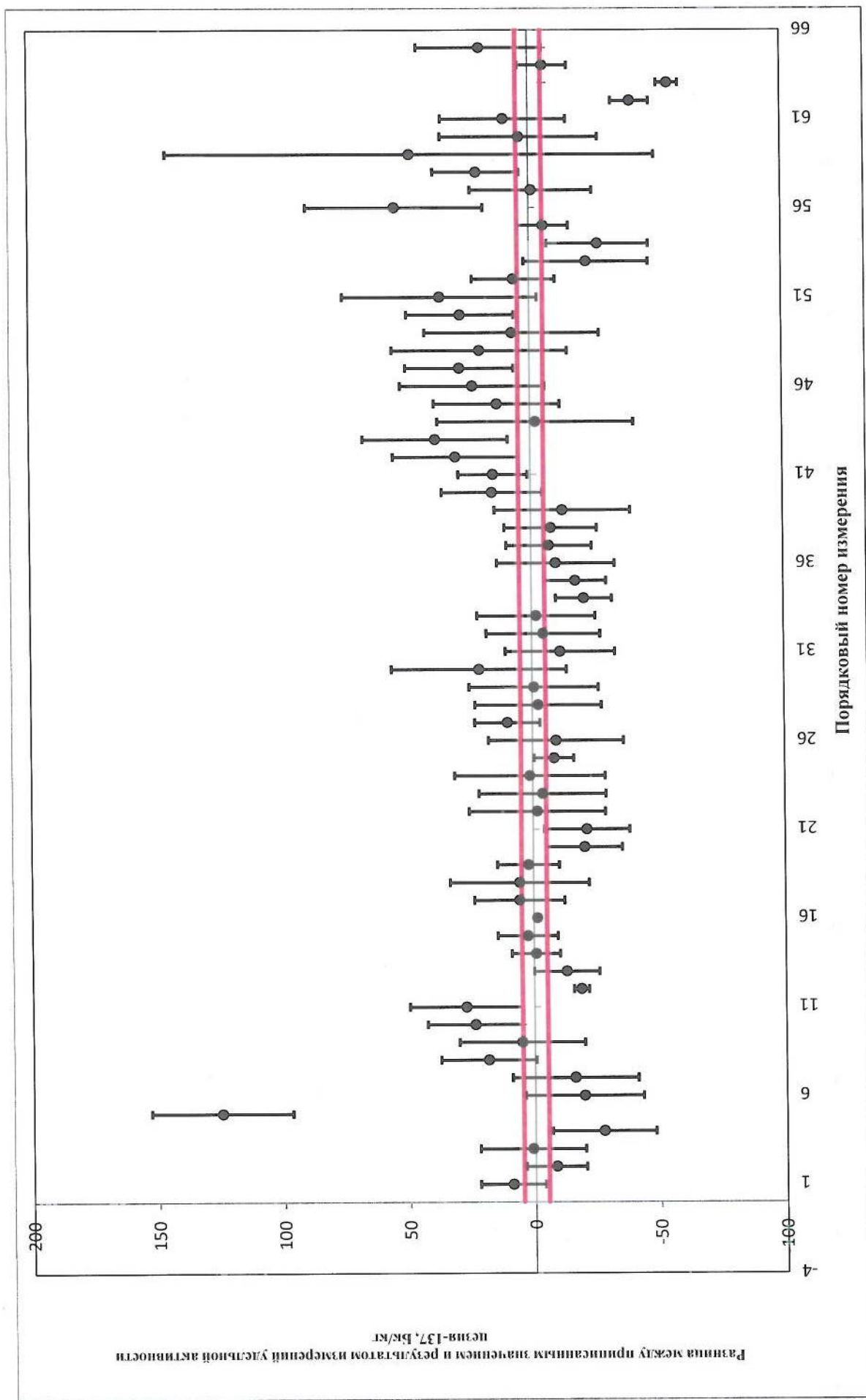


Рисунок 3 – Результаты измерений удельной активности гамма-излучающих радионуклидов (^{137}Cs) в почвах (грунте)

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 (2):

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

где X – результат измерений;

A – аттестованное значение ОК для определяемого показателя;

$\sigma(\Delta_d)$ – среднее квадратическое отклонение погрешности, установленной для методики измерений, равно $\Delta/2$ (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 удельной активности радионуклидов представлены в таблицах 6-8.

Таблица 6 – Анализ результатов измерения удельной активности альфа-излучающих радионуклидов ($^{239}\text{Pu}+^{240}\text{Pu}$) по Z-индексу

№ п/п	Шифр образца	Приписанное значение ОК, Бк/кг	Расширенная неопределенность приписанного значения ОК, Бк/кг	Результат измерения лаборатории, Бк/кг	Погрешность (неопределенность) лаборатории, Бк/кг	Z	Вывод по Z
1	№ 01	1,7	0,4	6,2	1,2	7,50	неудовлетворительно
2	№ 02	1,7	0,4	1,0	0,3	4,67	неудовлетворительно
3	№ 03	1,7	0,4	1,59	0,45	0,49	удовлетворительно
4	№ 10	1,7	0,4	1,06	0,13	9,85	неудовлетворительно
5	№ 17	1,7	0,4	1,15	0,29	3,79	неудовлетворительно
6	№ 20	1,7	0,4	6,5	3,9	2,46	сомнительно
7	№ 45	1,7	0,4	2,7	1,1	1,82	удовлетворительно
8	№ 49	1,7	0,4	6,7	3,1	3,23	неудовлетворительно

Таблица 7 – Анализ результатов измерения удельной активности бета-излучающих радионуклидов (^{90}Sr) по Z-индексу

№ п/п	Шифр образца	Приписанное значение ОК, Бк/кг	Расширенная неопределенность приписанного значения ОК, Бк/кг	Результат измерения лаборатории, Бк/кг	Погрешность (неопределенность) лаборатории, Бк/кг	Z	Вывод по Z
1	№ 02	45	5	42	12	0,50	удовлетворительно
2	№ 03	45	5	36	9	2,00	удовлетворительно
3	№ 04	45	5	103,2	67,36	1,73	удовлетворительно
4	№ 04	45	5	109,53	73,16	1,76	удовлетворительно
5	№ 08	45	5	42	17	0,35	удовлетворительно
6	№ 10	45	5	51	6	2,00	сомнительно
7	№ 12	45	5	26,8	9,8	3,71	неудовлетворительно
8	№ 13	45	5	51	15	0,80	удовлетворительно
9	№ 15	45	5	43,6	8,5	0,33	удовлетворительно
10	№ 15	45	5	39,9	7,8	1,31	удовлетворительно
11	№ 17	45	5	69	23	2,09	сомнительно
12	№ 18	45	5	52,0	15,6	0,90	удовлетворительно
13	№ 19	45	5	111,8	22,4	5,96	неудовлетворительно

№ п/п	Шифр образца	Приписанное значение ОК, Бк/кг	Расширенная неопределенность приписанного значения ОК, Бк/кг	Результат измерения лаборатории, Бк/кг	Погрешность (неопределенность) лаборатории, Бк/кг	Z	Вывод по Z
14	№ 20	45	5	37	17	0,94	удовлетворительно
15	№ 26	45	5	88,9	27,9	3,15	неудовлетворительно
16	№ 37	45	5	144	72	2,75	сомнительно
17	№ 38	45	5	71,4	19,9	2,65	сомнительно
18	№ 39	45	5	68,9	20,4	2,34	сомнительно
19	№ 40	45	5	92,5	37,0	2,57	сомнительно
20	№ 40	45	5	83,7	33,5	2,31	сомнительно
21	№ 40	45	5	89,0	35,6	2,47	сомнительно
22	№ 41	45	5	103,4	57,3	2,04	сомнительно
23	№ 42	45	5	119,22	11,92	12,45	неудовлетворительно
24	№ 43	45	5	50,2	37,5	0,28	удовлетворительно
25	№ 43	45	5	48,6	34,5	0,21	удовлетворительно
26	№ 44	45	5	46,7	12,9	0,26	удовлетворительно
27	№ 45	45	5	15,3	5,4	11,00	неудовлетворительно
28	№ 46	45	5	99,0	40,9	2,64	сомнительно
29	№ 47	45	5	50,01	18,60	0,54	удовлетворительно
30	№ 48	45	5	48,5	8,4	0,83	удовлетворительно
31	№ 48	45	5	35,9	23,4	0,78	удовлетворительно
32	№ 49	45	5	54	22	0,82	удовлетворительно

Таблица 8 – Анализ результатов измерения удельной активности гамма-излучающих радионуклидов (^{137}Cs) по Z-индексу

№ п/п	Шифр образца	Приписанное значение ОК, Бк/кг	Расширенная неопределенность приписанного значения ОК, Бк/кг	Результат измерения лаборатории, Бк/кг	Погрешность (неопределенность) лаборатории, Бк/кг	Z	Вывод по Z
1	№ 01	81	5	90	13	1,38	удовлетворительно
2	№ 02	78,4	5	70	12	1,40	удовлетворительно
3	№ 03	80	5	81	21	0,10	удовлетворительно
4	№ 04	81	5	53,53	20,57	2,67	сомнительно

№ п/п	Шифр образца	Приписанное значение ОК, Бк/кг	Расширенная неопределенность приписанного значения ОК, Бк/кг	Результат измерения лаборатории, Бк/кг	Погрешность (неопределенность) лаборатории, Бк/кг	Z	Вывод по Z
5	№ 05	78,8	5	203,7	28,2	8,86	неудовлетворительно
6	№ 06	78,4	5	58,7	23,5	1,68	удовлетворительно
7	№ 06	78,4	5	62,3	25,0	1,29	удовлетворительно
8	№ 08	77,6	5	96	19	1,94	удовлетворительно
9	№ 09	80	5	85	25	0,40	удовлетворительно
10	№ 10	78,4	5	102	19	2,48	сомнительно
11	№ 11	80	5	107,2	22,5	2,42	сомнительно
12	№ 12	78,8	5	60	3	12,53	неудовлетворительно
13	№ 13	78,0	5	65	13	2,00	удовлетворительно
14	№ 14	78,0	5	77,2	9,6	0,17	удовлетворительно
15	№ 15	77,6	5	80	12	0,40	удовлетворительно
16	№ 16	78,4	5	77	5	0,56	удовлетворительно
17	№ 17	78,4	5	84	18	0,62	удовлетворительно
18	№ 18	78,4	5	83,9	27,7	0,40	удовлетворительно
19	№ 19	80	5	82,0	12,3	0,33	удовлетворительно
20	№ 20	78,4	5	58	15	2,72	сомнительно
21	№ 20	78,4	5	57	17	2,52	сомнительно
22	№ 21	80	5	78,35	27,11	0,12	удовлетворительно
23	№ 22	78,8	5	75,0	25,3	0,30	удовлетворительно
24	№ 22	78,8	5	80,0	30,0	0,08	удовлетворительно
25	№ 23	80	5	71,5	7,9	2,15	сомнительно
26	№ 23	80	5	70,7	26,9	0,69	удовлетворительно
27	№ 24	79	5	89	13	1,54	удовлетворительно
28	№ 25	81	5	78,64	25,17	0,19	удовлетворительно
29	№ 25	81	5	80,40	25,73	0,047	удовлетворительно
30	№ 26	80	5	101,2	35,0	1,21	удовлетворительно
31	№ 27	84	5	72,8	21,8	1,03	удовлетворительно
32	№ 28	80	5	75,5	22,7	0,40	удовлетворительно
33	№ 28	80	5	78,2	23,5	0,15	удовлетворительно
34	№ 29	82	5	61,165	25,203	1,65	удовлетворительно
35	№ 29	82	5	64,502	26,145	1,34	удовлетворительно
36	№ 30	81	5	71,3	23,4	0,83	удовлетворительно
37	№ 31	79	5	72	17	0,82	удовлетворительно
38	№ 32	79	5	71,2	18,4	0,85	удовлетворительно
39	№ 33	81	5	68,5	27,0	0,93	удовлетворительно

№ п/п	Шифр образца	Приписанное значение ОК, Бк/кг	Расширенная неопределенность приписанного значения ОК, Бк/кг	Результат измерения лаборатории, Бк/кг	Погрешность (неопределенность) лаборатории, Бк/кг	Z	Вывод по Z
40	№ 34	78,0	5	93,5	20,0	1,55	удовлетворительно
41	№ 35	78,4	5	93,40	13,78	2,18	сомнительно
42	№ 36	80	5	110	25	2,40	сомнительно
43	№ 36	80	5	118	29	2,62	сомнительно
44	№ 37	80	5	78	39	0,10	удовлетворительно
45	№ 38	80	5	93,3	25,1	1,06	удовлетворительно
46	№ 39	79	5	102,0	28,9	1,59	удовлетворительно
47	№ 40	80	5	108,1	21,6	2,60	сомнительно
48	№ 40	80	5	100,1	35,0	1,15	удовлетворительно
49	№ 40	80	5	87,1	34,8	0,41	удовлетворительно
50	№ 40	80	5	107,7	21,5	2,58	сомнительно
51	№ 41	76,0	5	111,9	38,9	1,85	удовлетворительно
52	№ 42	76,4	5	82,74	16,54	0,77	удовлетворительно
53	№ 43	77,2	5	54,6	24,7	1,83	удовлетворительно
54	№ 43	77,2	5	50,0	20,2	2,69	сомнительно
55	№ 44	77,2	5	71,6	10,1	1,11	удовлетворительно
56	№ 45	77,2	5	131,0	35,4	3,04	неудовлетворительно
57	№ 46	77,2	5	76,3	24,3	0,074	удовлетворительно
58	№ 47	80	5	100,99	17,27	2,43	сомнительно
59	№ 48	79	5	126,6	97,5	0,98	удовлетворительно
60	№ 48	79	5	82,8	31,4	0,24	удовлетворительно
61	№ 49	78,0	5	88	25	0,80	удовлетворительно
62	№ 51	74,8	5	34,4	7,5	10,77	неудовлетворительно
63	№ 52	76,0	5	20,7	4,3	25,72	неудовлетворительно
64	№ 54	78,0	5	72,3	9,8	1,16	удовлетворительно
65	№ 59	75,6	5	95	25	1,55	удовлетворительно

По анализу Z-индексов результатов измерений удельной активности альфа-излучающих радионуклидов выявлено 2 (25 %) удовлетворительных, 5 (62,5 %) неудовлетворительных и 1 (12,5 %) сомнительных результатов.

По анализу Z-индексов результатов измерений удельной активности бета-излучающих радионуклидов выявлено 18 (56 %) удовлетворительных, 5 (16 %) неудовлетворительных и 9 (28 %) сомнительных результатов.

По анализу Z -индексов результатов измерений удельной активности гамма-излучающих радионуклидов выявлено 47 (72 %) удовлетворительных, 5 (8 %) неудовлетворительных и 13 (20 %) сомнительных результатов.

В целом значения Z -индекса коррелируют со значениями статистического критерия. Результат измерения удельной активности альфа-излучающих радионуклидов №6 является сомнительным по Z -индексу и неудовлетворительным по E_n -критерию. Результаты измерений удельной активности бета-излучающих радионуклидов №6, №17, №№16-22, №28 являются сомнительными по Z -индексу и неудовлетворительными по E_n -критерию. Результаты измерений удельной активности гамма-излучающих радионуклидов №4, №10, №11, №20, №21, №№41-43, №47, №50, №54, №58 являются сомнительными по Z -индексу и неудовлетворительными по E_n -критерию. Результат измерений удельной активности гамма-излучающих радионуклидов №25 является сомнительным по Z -индексу и удовлетворительным по E_n -критерию.

5 Выводы и рекомендации

По результатам проведенных межлабораторных сличительных испытаний получены следующие результаты:

– в МСИ по контролю качества измерений удельной активности альфа-излучающих радионуклидов ($^{239}\text{Pu}+^{240}\text{Pu}$) приняли участие 8 лабораторий, из которых удовлетворительное качество проводимых измерений подтвердили 2 лаборатории;

– в МСИ по контролю качества измерений удельной активности бета-излучающих радионуклидов (^{90}Sr) приняли участие 26 лабораторий, из которых удовлетворительное качество проводимых измерений подтвердили 13 лабораторий;

– в МСИ по контролю качества измерений удельной активности гамма-излучающих радионуклидов (^{137}Cs) приняли участие 53 лаборатории, из

которых удовлетворительное качество проводимых измерений подтвердили 38 лабораторий. Одна ИЛ предоставила результаты, полученные несколькими методами, часть из которых была оценена удовлетворительно, часть – неудовлетворительно, что было отмечено в заключении об участии в МСИ.

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-505-3-2021, 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, к.э.н.




Е.Е. Лебенкова

Приложение А

Свидетельство об аттестации пробы почвы

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

<p>FEDERAL STATE UNITARY ENTERPRISE "D.I. MENDELEEV INSTITUTE FOR METROLOGY" (VNIIM)</p>		<p>ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ "ВНИИМ им. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА"</p>
<p>19, Mokhovskiy pr., St. Petersburg, 190005, Russia</p>	<p>Fax: 7 (812) 713-01-14 Phone: 7 (812) 251-76-01 e-mail: info@vniim.ru http://www.vniim.ru</p>	<p>190005, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 19</p>
		<p>Факс: 7 (812) 713-01-14 Телефон: 7 (812) 251-76-01 e-mail: info@vniim.ru http://www.vniim.ru</p>

№ 1600/08

**СВИДЕТЕЛЬСТВО
CERTIFICATE**

**ОБ АТТЕСТАЦИИ
пробы почвы «Почва-3»**

7 6 1 6 0

1 Характеристики материала пробы: почва поверхностного слоя (толщина слоя от 1 до 6 см).
 Масса пробы почвы 250 кг.
 Отбор пробы почвы был проведен представителями ФГУП «ПО «Маяк» и ФГУП «НПО «Радиовый институт им. В.Г. Хлопина» и в зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» на территории Челябинской области.

2 Аттестуемая характеристика: удельная активность радионуклидов: ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{238}Pu + ^{240}Pu в материале пробы.

3 Назначение: проба почвы предназначена для использования в качестве разделенного образца при проведении межлабораторных сличений в области измерений удельной активности техногенных радионуклидов в почве.

4 Измерения удельной активности радионуклидов в пробе выполнены в лаборатории ФГУП «НПО «Радиовый институт им. В.Г. Хлопина» в период 1993-1994 гг. и в 2008 г.
 Измерения удельной активности ^{137}Cs выполнены с применением полупроводникового спектрометра-радиометра. Измерения удельной активности ^{90}Sr , ^{238}Pu + ^{240}Pu проведены с использованием методик радиохимического выделения соответствующих радионуклидов.

[Handwritten Signature]

5 Аттестованные значения удельной активности радионуклидов в пробе почвы и расширенная неопределенность аттестованных значений приведены в таблице 1.

Таблица 1

Радионуклид	Удельная активность, Бк/кг	Расширенная неопределенность, % (k=2)
Стронций-90	63	10
Цезий-137	115	5
Плутоний-239, 240	1.7	18

Отношение удельных активностей радионуклидов ^{240}Pu и ^{239}Pu по данным масс-спектрометрического анализа составляет $0,45 \pm 0,10$.

6 Стандартная неопределенность результата измерений удельной активности радионуклидов в пробе, связанная с неравномерностью распределения радионуклидов по массе пробы почвы, определена в соответствии с Р 50.2.058-2007 «ГСИ. Оценивание неопределенностей аттестованных значений стандартных образцов». Значения стандартных неопределенностей приведены в таблице 2.

Таблица 2

Радионуклид	Стронций-90	Цезий-137	Плутоний-239, 240
Стандартная неопределенность от неоднородности, %	3	0.8	11
Минимальная масса почвы, для которой неопределенность не превышает установленных значений, г	20	150	30

7 Дополнительные сведения о физических и химических характеристиках материала пробы.

7.1 Процентное распределение зерен почвы по размеру приведены в таблице 3.

Таблица 3

Размер зерен, мкм	от 1 до 20 вкл.	свыше 20 до 30 вкл.	свыше 30
Содержание по массе, %	81	16	3

Средний размер зерен материала почвы составляет 9.6 мкм.

Свидетельство об аттестации № 1600/08
страница 3 всего страниц 3

7.2 Химический состав материала пробы приведен в таблице 4.


Таблица 4

Элемент	Al	Ca	Fe	K	Mg	Na	Si	Mn	Ti	Zr	Se	Cu
Содержание по массе, %	5,4	1,7	4,1	2,1	1,0	1,8	35	0,2	0,36	0,03	0,01	0,005

8 Рекомендованные периоды полураспада:
- стронций-90 – 28,80 лет;
- цезий-137 – 30,05 лет.

9 Дата проведения аттестации: 20.11.2008 г.

Руководитель отдела государственных
эталонов в области измерений
ионизирующих излучений

 И.А. Харитонов

Руководитель отдела ФГУП
«ИИО «Радионейтральный институт им. В.Г. Хлопина»

 В.П. Тишков

Старший научный сотрудник



С.Г. Трофимчук

Конец отчета