

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



Руководитель Провайдера МСИ -
заместитель генерального директора
по техническому регулированию,
качеству и метрологии –
директор отделения

А.Ю. Стелюк

« 6 » октября 2025 г.

ОТЧЕТ №532/1134-2025
О ПРОВЕДЕНИИ ПРОГРАММЫ ПРОВЕРКИ КВАЛИФИКАЦИИ ПОСРЕДСТВОМ
МЕЖЛАБОРАТОРНЫХ СЛИЧИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПО КОНТРОЛЮ
КАЧЕСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ОБРАЗЦОВ МАТЕРИАЛОВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ
УЛАВЛИВАНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ И
АТМОСФЕРНЫХ ВЫПАДЕНИЯХ

П.МСИ.РЭМВА-532/058-2024

(Окончательный)

Москва 2025

Введение

Проведена проверка квалификации посредством межлабораторных сличительных испытаний (МСИ) по контролю качества измерений образцов материалов, предназначенных для улавливания радиоактивных аэрозолей в атмосферном воздухе и атмосферных выпадениях, в рамках радиозоологического мониторинга по разработанной Провайдером программе П.МСИ.РЭМВС-532/058-2024.

Всего в МСИ приняли участие 56 измерительных (испытательных) лаборатории (ИЛ).

Программа выполнена в полном объеме и в установленные сроки.

Работы на субподрядной основе по программе не выполнялись.

1 Определяемые параметры (показатели)

Определяемые параметры (показатели) описаны в таблицах 1-2.

Таблица 1 – Контролируемые характеристики (параметры)

№ п/п	Контролируемый параметр	Диапазон измерений	Метод измерений
1.	Суммарная активность альфа-излучающих радионуклидов в воздухе ($^{234+235+238}\text{U}$)	От 0,1 до 100 Бк	Радиометрический, альфа-спектрометрия
2.	Суммарная активность альфа-излучающих радионуклидов в воздухе ($^{239+240}\text{Pu}$)	От 0,1 до 100 Бк	Радиометрический, альфа-спектрометрия
3.	Суммарная активность бета-излучающих радионуклидов в воздухе ($^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$)	От 0,1 до 1000 Бк	Радиометрический, бета-спектрометрия
4.	Активность гамма-излучающих радионуклидов в воздухе (^{137}Cs)	От 1,0 до 100 Бк	Радиометрический, гамма-спектрометрия

В связи с тем, что на участие в Программе заявилось более 40% от общего числа участников МСИ, которые выполняют измерения по показателям объемной активности ($\text{Бк}/\text{м}^3$), перечень контролируемых показателей по Программе был расширен на представленные в таблице 2, для обеспечения их участия в МСИ.

Таблица 2 – Дополнительные контролируемые характеристики (параметры)

№ п/п	Контролируемый параметр	Диапазон измерений	Метод измерений
1.	Объемная суммарная альфа-активность в воздухе ($^{234+235+238}\text{U}$)	От 0,1 до 100 Бк/м ³	Радиометрический, альфа-спектрометрия
2.	Объемная суммарная альфа-активность в воздухе ($^{239+240}\text{Pu}$)	От 0,1 до 100 Бк/м ³	Радиометрический, альфа-спектрометрия
3.	Объемная суммарная бета-активность в воздухе ($^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$)	От 0,1 до 1000 Бк/м ³	Радиометрический, бета-спектрометрия
4.	Активность гамма-излучающих радионуклидов в воздухе (^{137}Cs)	От 1,0 до 100 Бк/м ³	Радиометрический, гамма-спектрометрия

При обработке результатов измерений, полученных от ИЛ, Исполнитель обеспечил сличение результатов за счет перевода показателей объемной активности к показателям активности.

2 Образцы для проверки квалификации

В качестве образцов для проверки квалификации (ОПК) были выбраны аэрозольные фильтры с нанесенными на них растворами радионуклидов:

- образцы для контроля качества измерений активности альфа-излучающих радионуклидов (ОПК $_{\text{U-234+U-235+U-238}}$) с приписанным значением (22 ± 6) Бк,

- образцы для контроля качества измерений активности альфа-излучающих радионуклидов (ОПК $_{\text{Pu-239+Pu-240}}$) с приписанным значением $(18,8\pm 2,3)$ Бк,

- образцы для контроля качества измерений активности бета-излучающих радионуклидов (ОПК $_{\text{Sr-90+Y-90}}$) с приписанным значением $(80,2\pm 9,6)$ Бк,

- образцы для контроля качества измерений активности гамма-излучающих радионуклидов (ОПК $_{\text{Cs-137}}$) с приписанным значением $(18,8\pm 2,2)$ Бк.

В качестве исходного материала для изготовления ОПК удельной активности альфа-излучающих радионуклидов был использован эталонный

радионуклидный раствор нитрата плутония-239 (^{239}Pu). Данный эталонный раствор был выбран в связи с тем, что ^{239}Pu и ^{240}Pu спектрометрическим методом практически неразличимы. Мода излучения альфа-распада ^{240}Pu имеет энергию 5168,32 кэВ при интенсивности 72,76 %. Для ^{239}Pu мода излучения альфа-распада составляет 5156,59 кэВ при интенсивности 70,77 %. Также раствор ^{239}Pu в любом случае содержит некоторое количество ^{240}Pu , учитываемое при оценке радионуклидной чистоты раствора.

В качестве исходного материала для изготовления ОПК удельной активности альфа-излучающих радионуклидов был использован стандартный образец утвержденного типа (ГСО 8363-2003), представляющий из себя мелкодисперсный порошок закиси-окиси урана. Из данного ГСО был приготовлен раствор урана с концентрацией $(30,0 \pm 0,30)$ г/дм³ (используется при изготовлении стандартного образца утвержденного типа ГСО 7115-94).

В качестве исходного материала для изготовления ОПК удельной активности бета-излучающих радионуклидов был использован эталонный радионуклидный раствор нитрата стронция-90 и иттрия-90 ($^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$).

В качестве исходного материала для изготовления ОПК удельной активности гамма-излучающих радионуклидов был использован эталонный радионуклидный раствор хлорида цезия-137 (^{137}Cs).

Аэрозольные фильтры АФА-РМП-20 (для ОПК_{Pu-239+Pu-240}, ОПК_{U-234+U-235+U-238}) или АФА-РСП-20 (для ОПК_{Sr-90+Y-90}, ОПК_{Cs-137}) были установлены на картонные подставки таким образом, чтобы рабочая поверхность фильтра не соприкасалась с поверхностями чашки Петри, в которую они были помещены. Шприцем или пипеткой необходимое количество раствора было нанесено на рабочие поверхности фильтров.

Для определения приписанного значения ОПК использован расчетно-экспериментальный способ аттестации согласно МИ 1992-98 «Государственная система единства измерений. Метрологическая аттестация стандартных образцов состава веществ и материалов по процедуре приготовления. Основные положения».

Подробная информация о разработке и определении приписанного значения ОПК содержится в аналитическом отчете № 532/1074-2024.

Неоднородность ОПК учтена как составляющая неопределенности приписанного значения ОПК.

Стабильность приписанного значения ОПК обеспечена учетом распада используемых радионуклидов за время проведения МСИ, а также неизменностью метрологических характеристик используемых изотопов за время проведения МСИ. Адсорбция радионуклидов на стенках тары предотвращается использованием растворов кислот.

Установлена пригодность ОПК к применению при проведении МСИ.

Прослеживаемость приписанного значения ОПК удельной активности альфа-излучающих радионуклидов ($^{239}\text{Pu}+^{240}\text{Pu}$), удельной активности бета-излучающих радионуклидов ($^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$), ОПК удельной активности гамма-излучающих радионуклидов (^{137}Cs) к Государственному первичному эталону единицы активности радионуклидов, удельной активности радионуклидов, потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников ГЭТ 6-2016 обеспечивается согласно государственной поверочной схеме по ГОСТ 8.033-2023, применением эталонных радионуклидных растворов, калиброванных мер вместимости и поверенных средств измерений. Прослеживаемость приписанного значения ОПК удельной активности альфа-излучающих радионуклидов ($^{234}\text{U}+^{235}\text{U}+^{238}\text{U}$) к ГЭТ 6-2016 обеспечивается изготовлением из стандартного образца утвержденного типа с применением калиброванных мер вместимости, аттестованных методик измерений и поверенных средств измерений.

Полученные ОПК были упакованы в пластиковые пакеты, снабжены заданиями на измерения, чек-листами о получении ОПК и направлены с сопроводительными письмами ИЛ.

3 Методы (методики) измерений

Измерения показателей согласно таблицам 1 и 2 осуществлялись спектрометрическим и радиометрическим методами.

4 Анализ результатов измерений

Критерии функционирования и использованные методы статистического анализа результатов регламентированы ГОСТ Р 50779.60-2017 (расчеты были проведены в период действия документа).

Для каждой лаборатории рассчитывалась величина статистического критерия (E_n) по формуле (п. 9.7 ГОСТ Р 50779.60-2017)

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

где X_i – результат измерения i -ой лаборатории;

x – приписанное значение ОПК;

U_x – заявленное i -й лабораторией значение расширенной неопределенности результата измерения при $k=2$, соответствующее погрешности результата при доверительной вероятности $P=0,95$;

U_x – расширенная неопределенность приписанного значения ОПК, соответствующая его погрешности 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.

Вторым критерием оценки качества результатов измерений, проведенных лабораторией, был выбран Z-индекс.

На основе результатов измерений вычислялось значение Z -индекса для каждого полученного от лаборатории результата измерений по формуле (п. 9.4 ГОСТ Р 50779.60-2017)

$$Z = \frac{x-c}{\sigma_{pt}}, \quad (2)$$

где X – результат измерений;

C – приписанное значение ОПК для определяемого показателя;

σ_{pt} – стандартное отклонение для оценки квалификации.

За стандартное отклонение для оценки квалификации установлено среднее квадратическое отклонение воспроизводимости методик измерений, определяемое как $\sigma_{pt} = \Delta/2$ (п. Е.3 Приложения Е РМГ-103-2010 ГСОЕИ. Проверка квалификации испытательных (измерительных) лабораторий, осуществляющих испытания веществ, материалов и объектов окружающей среды (по составу и физико-химическим свойствам) посредством межлабораторных сравнительных испытаний).

При анализе полученных результатов было выявлено, что для части измерений расширенная неопределенность приписанного значения превышает значение равное $0,3\sigma_{pt}$. В таком случае вместо Z – индекса рассчитывается Z' – индекс (п. 9.5 ГОСТ Р 50779.60-2017) по формуле

$$Z' = \frac{x-X_i}{\sqrt{u_x^2 + \sigma_{pt}^2}}. \quad (3)$$

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

– при $|Z| \leq 2$ качество результатов измерений признают удовлетворительным (сигнал отсутствует);

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

– при $|Z| > 3$ качество результатов измерений признают неудовлетворительным (сигнал действия).

Значения статистического критерия, Z – индекса, Z' – индекса округлялись до второй значащей цифры после запятой.

Качество измерений в лаборатории признается удовлетворительным, если оба коэффициента имеют удовлетворительное значение или статистический критерий является удовлетворительным, а Z -индекс или Z' -индекс – сомнительным. В противном случае – качество измерений в лаборатории признается неудовлетворительным.

Результаты расчетов статистического критерия, Z -индекса и Z' -индекса для результатов измерений представлены в таблицах 3-9.

Таблица 3 – Анализ результатов измерения суммарной (объемной) активности альфа-излучающих радионуклидов ($^{239}\text{Pu}+^{240}\text{Pu}$) в атмосферном воздухе и атмосферных выпадениях по статистическому критерию

№ п/п	Шифр образца	Шифр лаборатории	Единица величины*	Приписанное значение ОПК	Расширенная неопределенность приписанного значения ОПК	Результат измерения лаборатории	Погрешность (неопределенность) лаборатории	$ E_r $	Вывод по E_r	
1	1	1	Бк/м ³	18,8	2,3	17	4	0,39	Удовлетворительно	
2	1		Бк	18,8	2,3	17	4	0,39	Удовлетворительно	
3	3	2	Бк/м ³	18,8	2,3	17	9	0,19	Удовлетворительно	
4	4		Бк/м ³	18,8	2,3	16	8	0,34	Удовлетворительно	
5	3		Бк/м ³	18,8	2,3	17	9	0,19	Удовлетворительно	
6	4		Бк/м ³	18,8	2,3	19	9	0,022	Удовлетворительно	
7	3		Бк	18,8	2,3	23	13	0,32	Удовлетворительно	
8	4		Бк	18,8	2,3	24	14	0,37	Удовлетворительно	
9	3		Бк/м ³	18,8	2,3	23	13	0,32	Удовлетворительно	
10	4		Бк/м ³	18,8	2,3	24	14	0,37	Удовлетворительно	
11	8		3	Бк/м ³	18,8	2,3	47	28	1,0038	Неудовлетворительно
12	6			Бк/м ³	18,8	2,3	44	26	0,97	Удовлетворительно
13	7	Бк/м ³		18,8	2,3	49	15	1,99	Неудовлетворительно	
14	11	4	Бк/м ³	18,8	2,3	17,358	8,675	0,16	Удовлетворительно	
15	14	5	Бк/м ³	18,8	2,3	16	6	0,44	Удовлетворительно	
16	19	6	Бк	18,8	2,3	19,2	3,9	0,088	Удовлетворительно	
17	20		Бк	18,8	2,3	21,6	4,3	0,57	Удовлетворительно	
18	23	7	Бк	18,8	2,3	13,95	1,84	1,65	Неудовлетворительно	
19	24		Бк	18,8	2,3	15,25	1,98	1,17	Неудовлетворительно	
20	21	8	Бк/м ³	18,8	2,3	15,2	7,9	0,44	Удовлетворительно	
21	22		Бк/м ³	18,8	2,3	15,9	8,2	0,34	Удовлетворительно	
22	25	9	Бк	18,8	2,3	1,00	0,19	7,71	Неудовлетворительно	
23	26		Бк	18,8	2,3	3,0	0,6	6,65	Неудовлетворительно	
24	27	10	Бк	18,8	2,3	0,39	0,08	8,00	Неудовлетворительно	
25	28		Бк	18,8	2,3	0,28	0,06	8,05	Неудовлетворительно	
26	34	11	Бк/м ³	18,8	2,3	19	6	0,031	Удовлетворительно	
27	33		Бк	18,8	2,3	18	6	0,12	Удовлетворительно	
28	35	12	Бк/м ³	18,8	2,3	19,1	6,0	0,047	Удовлетворительно	
29	36		Бк/м ³	18,8	2,3	18,9	5,9	0,016	Удовлетворительно	
30	37		Бк/м ³	18,8	2,3	19,0	5,9	0,032	Удовлетворительно	
31	35		Бк/м ³	18,8	2,3	19,8	6,2	0,15	Удовлетворительно	
32	36		Бк/м ³	18,8	2,3	20,0	6,2	0,18	Удовлетворительно	

№ п/п	Шифр образца	Шифр лаборатории	Единица величины*	Приписанное значение ОПК	Расширенная неопределенность приписанного значения ОПК	Результат измерения лаборатории	Погрешность (неопределенность) лаборатории	$ E_n $	Вывод по E_n
33	37		Бк/м ³	18,8	2,3	19,9	6,2	0,17	Удовлетворительно
34	38	13	Бк	18,8	2,3	22,26	2,65	0,99	Удовлетворительно
35	38		Бк/м ³	18,8	2,3	22,26	2,65	0,99	Удовлетворительно
36	39	14	Бк	18,8	2,3	14,5	4,7	0,82	Удовлетворительно
37	40		Бк	18,8	2,3	13,0	4,2	1,21	Неудовлетворительно
38	18	15	Бк	18,8	2,3	35,8	9,0	1,83	Неудовлетворительно
39	17		Бк	18,8	2,3	41,0	10,3	2,10	Неудовлетворительно
40	15	16	Бк	18,8	2,3	16,4	1,7	0,84	Удовлетворительно
41	16		Бк	18,8	2,3	17,1	1,7	0,59	Удовлетворительно
42	5	17	Бк/м ²	18,8	2,3	14,9	2,2	1,23	Неудовлетворительно
43	29	18	Бк	18,8	2,3	31,38	4,7	2,40	Неудовлетворительно
44	30		Бк	18,8	2,3	28,50	4,27	2,00	Неудовлетворительно
45	12	19	Бк/м ³	18,8	2,3	17,35	7,40	0,19	Удовлетворительно
46	2	20	Бк/м ³	18,8	2,3	17,4	2,2	0,44	Удовлетворительно

* Бк – результаты измерений активности радионуклида, Бк/м³ – результат измерений объемной активности радионуклида.

* здесь и далее - Бк – результаты измерений активности радионуклида, Бк/м³ – результат измерений объемной активности радионуклида.

По статистическому критерию при измерениях суммарной (объемной) активности альфа-излучающих радионуклидов (²³⁹Pu+²⁴⁰Pu) в атмосферном воздухе и атмосферных выпадениях получено 32 удовлетворительных результата (70 %).

Таблица 4 – Анализ результатов измерения суммарной (объемной) активности альфа-излучающих радионуклидов ($^{239}\text{Pu}+^{240}\text{Pu}$) в атмосферном воздухе и атмосферных выпадениях по Z -индексу или Z' -индексу

№ п/п	Шифр образца	Шифр лаборатории	Единица величины*	Приписанное значение ОПК	Расширенная неопределенность приписанного значения ОПК	Результат измерения лаборатории	Погрешность (неопределенность) лаборатории	Z или Z'	Вывод по Z или Z'
1	1	1	Бк/м ³	18,8	2,3	17	4	0,39	Удовлетворительно
2	1		Бк	18,8	2,3	17	4	0,39	Удовлетворительно
3	3	2	Бк/м ³	18,8	2,3	17	9	0,40	Удовлетворительно
4	4		Бк/м ³	18,8	2,3	16	8	0,70	Удовлетворительно
5	3		Бк/м ³	18,8	2,3	17	9	0,40	Удовлетворительно
6	4		Бк/м ³	18,8	2,3	19	9	0,044	Удовлетворительно
7	3		Бк	18,8	2,3	23	13	0,65	Удовлетворительно
8	4		Бк	18,8	2,3	24	14	0,74	Удовлетворительно
9	3		Бк/м ³	18,8	2,3	23	13	0,65	Удовлетворительно
10	4		Бк/м ³	18,8	2,3	24	14	0,74	Удовлетворительно
11	8	3	Бк/м ³	18,8	2,3	47	28	2,01	Сомнительно
12	6		Бк/м ³	18,8	2,3	44	26	1,94	Удовлетворительно
13	7		Бк/м ³	18,8	2,3	49	15	4,03	Неудовлетворительно
14	11	4	Бк/м ³	18,8	2,3	17,358	8,675	0,33	Удовлетворительно
15	14	5	Бк/м ³	18,8	2,3	16	6	0,44	Удовлетворительно
16	19	6	Бк	18,8	2,3	19,2	3,9	0,088	Удовлетворительно
17	20		Бк	18,8	2,3	21,6	4,3	0,57	Удовлетворительно
18	23	7	Бк	18,8	2,3	13,95	1,84	1,65	Удовлетворительно
19	24		Бк	18,8	2,3	15,25	1,98	1,17	Удовлетворительно
20	21	8	Бк/м ³	18,8	2,3	15,2	7,9	0,91	Удовлетворительно
21	22		Бк/м ³	18,8	2,3	15,9	8,2	0,71	Удовлетворительно
22	25	9	Бк	18,8	2,3	1,00	0,19	7,71	Неудовлетворительно
23	26		Бк	18,8	2,3	3,0	0,6	6,65	Неудовлетворительно
24	27	10	Бк	18,8	2,3	0,39	0,08	8,00	Неудовлетворительно
25	28		Бк	18,8	2,3	0,28	0,06	8,05	Неудовлетворительно
26	34	11	Бк/м ³	18,8	2,3	19	6	0,031	Удовлетворительно
27	33		Бк	18,8	2,3	18	6	0,12	Удовлетворительно
28	35	12	Бк/м ³	18,8	2,3	19,1	6,0	0,047	Удовлетворительно
29	36		Бк/м ³	18,8	2,3	18,9	5,9	0,016	Удовлетворительно
30	37		Бк/м ³	18,8	2,3	19,0	5,9	0,032	Удовлетворительно

№ п/п	Шифр образца	Шифр лаборатории	Единица величины*	Приписанное значение ОПК	Расширенная неопределенность приписанного значения ОПК	Результат измерения лаборатории	Погрешность (неопределенность) лаборатории	Z или Z'	Вывод по Z или Z'
31	35		Бк/м ³	18,8	2,3	19,8	6,2	0,15	Удовлетворительно
32	36		Бк/м ³	18,8	2,3	20,0	6,2	0,18	Удовлетворительно
33	37		Бк/м ³	18,8	2,3	19,9	6,2	0,17	Удовлетворительно
34	38	13	Бк	18,8	2,3	22,26	2,65	0,99	Удовлетворительно
35	38		Бк/м ³	18,8	2,3	22,26	2,65	0,99	Удовлетворительно
36	39	14	Бк	18,8	2,3	14,5	4,7	0,82	Удовлетворительно
37	40		Бк	18,8	2,3	13,0	4,2	1,21	Удовлетворительно
38	18	15	Бк	18,8	2,3	35,8	9,0	3,78	Неудовлетворительно
39	17		Бк	18,8	2,3	41,0	10,3	4,31	Неудовлетворительно
40	15	16	Бк	18,8	2,3	16,4	1,7	0,84	Удовлетворительно
41	16		Бк	18,8	2,3	17,1	1,7	0,59	Удовлетворительно
42	5	17	Бк/м ³	18,8	2,3	14,9	2,2	1,23	Удовлетворительно
43	29	18	Бк	18,8	2,3	31,38	4,7	2,40	Сомнительно
44	30		Бк	18,8	2,3	28,50	4,27	2,00	Удовлетворительно
45	12	19	Бк/м ³	18,8	2,3	17,35	7,40	0,39	Удовлетворительно
46	2	20	Бк/м ³	18,8	2,3	17,4	2,2	0,44	Удовлетворительно

* Бк – результаты измерений активности радионуклида, Бк/м³ – результат измерений объемной активности радионуклида.

По Z – индексу и Z' – индексу при измерениях суммарной (объемной) активности альфа-излучающих радионуклидов (²³⁹Pu+²⁴⁰Pu) в атмосферном воздухе и атмосферных выпадениях получено 37 удовлетворительных и 2 сомнительных результата.

Таблица 5 – Анализ результатов измерения суммарной (объемной) активности альфа-излучающих радионуклидов ($^{234+235+238}\text{U}$) в атмосферном воздухе и атмосферных выпадениях по статистическому критерию

№ п/п	Шифр образца	Шифр лаборатории	Единица величины*	Приписанное значение ОПК	Расширенная неопределенность приписанного значения ОПК	Результат измерения лаборатории	Погрешность (неопределенность) лаборатории	$ E_n $	Вывод по E_n
1	68	1	Бк/м ³	22	6	17,4	2,2	0,72	Удовлетворительно
2	69	2	Бк/м ³	22	6	10,0	3,00	1,79	Неудовлетворительно
3	70		Бк/м ³	22	6	12,0	3,6	1,43	Неудовлетворительно
4	71		Бк/м ³	22	6	11,8	3,5	1,47	Неудовлетворительно
5	104	3	Бк/м ³	22	6	16,1	5	0,76	Удовлетворительно
6	105		Бк/м ³	22	6	11,5	3,6	1,50	Неудовлетворительно
7	106		Бк/м ³	22	6	14,2	4,4	1,05	Неудовлетворительно
8	104		Бк/м ³	22	6	15,8	5,0	0,79	Удовлетворительно
9	105		Бк/м ³	22	6	10,9	3,4	1,61	Неудовлетворительно
10	106		Бк/м ³	22	6	14,5	4,5	1,00	Неудовлетворительно
11	112	4	Бк/м ³	22	6	27,5	3,50	0,79	Удовлетворительно
12	113		Бк/м ³	22	6	29,0	3,5	1,01	Неудовлетворительно
13	114		Бк/м ³	22	6	24,4	2,8	0,36	Удовлетворительно
14	115		Бк/м ³	22	6	35,0	3,5	1,87	Неудовлетворительно
15	84	5	Бк	22	6	20,9	2,5	0,17	Удовлетворительно
16	85		Бк	22	6	21,5	2,6	0,076	Удовлетворительно
17	111	6	Бк/м ³	22	6	15	7	0,76	Удовлетворительно
18	80	7	Бк/м ³	22	6	12,7	7,6	0,96	Неудовлетворительно
19	116	8	Бк	22	6	13	3	1,34	Неудовлетворительно
20	117		Бк	22	6	24	12,0	0,149	Удовлетворительно
21	109	9	Бк	22	6	15	5	0,90	Удовлетворительно
22	110		Бк/м ³	22	6	15	5	0,90	Удовлетворительно
23	96	10	Бк	22	6	17,1	1,7	0,79	Удовлетворительно
24	97		Бк	22	6	17,5	1,8	0,72	Удовлетворительно
25	98		Бк	22	6	17,4	1,7	0,74	Удовлетворительно
26	99		Бк	22	6	18,6	1,9	0,54	Удовлетворительно
27	100		Бк	22	6	18,2	1,8	0,61	Удовлетворительно
28	101		Бк	22	6	18,2	1,8	0,61	Удовлетворительно
29	102		Бк	22	6	18,1	1,8	0,62	Удовлетворительно
30	103		Бк	22	6	17,1	1,7	0,79	Удовлетворительно

№ п/п	Шифр образца	Шифр лаборатории	Единица величины*	Приписанное значение ОПК	Расширенная неопределенность приписанного значения ОПК	Результат измерения лаборатории	Погрешность (неопределенность) лаборатории	$ E_n $	Вывод по E_n
31	107	11	Бк	22	6	18	6	0,47	Удовлетворительно
32	107		Бк	22	6	12,5	4,0	1,32	Неудовлетворительно
33	107		Бк	22	6	14,6	4,5	0,99	Неудовлетворительно
34	108		Бк	22	6	17	6	0,59	Удовлетворительно
35	108		Бк	22	6	12,6	4,0	1,30	Неудовлетворительно
36	108		Бк	22	6	14,7	4,5	0,97	Неудовлетворительно
37	92	12	Бк	22	6	20,0	4,0	0,28	Удовлетворительно
38	93		Бк	22	6	20,0	4,0	0,28	Удовлетворительно
39	94	13	Бк	22	6	12,0	2,3	1,56	Неудовлетворительно
40	95		Бк	22	6	14,2	2,7	1,19	Неудовлетворительно
41	75	14	Бк/м ³	22	6	19	6	0,35	Удовлетворительно
42	86	15	Бк	22	6	20,9	6,3	0,13	Удовлетворительно
43	87		Бк	22	6	16,4	4,9	0,72	Удовлетворительно
44	81	16	Бк/м ³	22	6	11,31	5,09	1,36	Неудовлетворительно
45	82		Бк/м ³	22	6	16,77	5,53	0,64	Удовлетворительно
46	88	17	Бк/м ³	22	6	11,35	5,96	1,26	Неудовлетворительно
47	89		Бк/м ³	22	6	12,38	6,48	1,09	Неудовлетворительно
48	90	18	Бк/м ³	22	6	17,2	12,3	0,35	Удовлетворительно
49	91		Бк/м ³	22	6	18,5	13,2	0,24	Удовлетворительно
50	78	19	Бк/м ³	22	6	21,34	10,66	0,054	Удовлетворительно
51	72	20	Бк/м ³	22	6	21,46	4,20	0,074	Удовлетворительно
52	73		Бк/м ³	22	6	33,10	7,07	1,20	Неудовлетворительно
53	83	21	Бк/м ³	22	6	17,3	7,8	0,48	Удовлетворительно

* Бк – результаты измерений активности радионуклида, Бк/м³ – результат измерений объемной активности радионуклида.

По статистическому критерию при измерениях суммарной (объемной) активности альфа-излучающих радионуклидов ($^{234+235+238}\text{U}$) в атмосферном воздухе и атмосферных выпадениях получено 36 удовлетворительных результатов (68 %).

Таблица 6 – Анализ результатов измерения суммарной (объемной) активности бета-излучающих радионуклидов ($^{234+235+238}\text{U}$) в атмосферном воздухе и атмосферных выпадениях по Z -индексу или Z' -индексу

№ п/п	Шифр образца	Шифр лаборатории	Единица величины*	Приписанное значение ОПК	Расширенная неопределенность приписанного значения ОПК	Результат измерения лаборатории	Погрешность (неопределенность) лаборатории	Z или Z'	Вывод по Z или Z'
1	68	1	Бк/м ³	22	6	17,4	2,2	0,72	Удовлетворительно
2	69	2	Бк/м ³	22	6	10,0	3,00	1,79	Удовлетворительно
3	70		Бк/м ³	22	6	12,0	3,6	1,43	Удовлетворительно
4	71		Бк/м ³	22	6	11,8	3,5	1,47	Удовлетворительно
5	104	3	Бк/м ³	22	6	16,1	5	0,76	Удовлетворительно
6	105		Бк/м ³	22	6	11,5	3,6	1,50	Удовлетворительно
7	106		Бк/м ³	22	6	14,2	4,4	1,05	Удовлетворительно
8	104		Бк/м ³	22	6	15,8	5,0	0,79	Удовлетворительно
9	105		Бк/м ³	22	6	10,9	3,4	1,61	Удовлетворительно
10	106		Бк/м ³	22	6	14,5	4,5	1,00	Удовлетворительно
11	112	4	Бк/м ³	22	6	27,5	3,50	0,79	Удовлетворительно
12	113		Бк/м ³	22	6	29,0	3,5	1,01	Удовлетворительно
13	114		Бк/м ³	22	6	24,4	2,8	0,36	Удовлетворительно
14	115		Бк/м ³	22	6	35,0	3,5	1,87	Удовлетворительно
15	84	5	Бк	22	6	20,9	2,5	0,17	Удовлетворительно
16	85		Бк	22	6	21,5	2,6	0,076	Удовлетворительно
17	111	6	Бк/м ³	22	6	15	7	0,76	Удовлетворительно
18	80	7	Бк/м ³	22	6	12,7	7,6	0,96	Удовлетворительно
19	116	8	Бк	22	6	13	3	1,34	Удовлетворительно
20	117		Бк	22	6	24	12,0	0,15	Удовлетворительно
21	109	9	Бк	22	6	15	5	0,90	Удовлетворительно
22	110		Бк/м ³	22	6	15	5	0,90	Удовлетворительно
23	96	10	Бк	22	6	17,1	1,7	0,79	Удовлетворительно
24	97		Бк	22	6	17,5	1,8	0,72	Удовлетворительно
25	98		Бк	22	6	17,4	1,7	0,74	Удовлетворительно
26	99		Бк	22	6	18,6	1,9	0,54	Удовлетворительно
27	100		Бк	22	6	18,2	1,8	0,61	Удовлетворительно
28	101		Бк	22	6	18,2	1,8	0,61	Удовлетворительно
29	102		Бк	22	6	18,1	1,8	0,62	Удовлетворительно
30	103		Бк	22	6	17,1	1,7	0,79	Удовлетворительно
31	107	11	Бк	22	6	18	6	0,47	Удовлетворительно

№ п/п	Шифр образца	Шифр лаборатории	Единица величины*	Приписанное значение ОПК	Расширенная неопределенность приписанного значения ОПК	Результат измерения лаборатории	Погрешность (неопределенность) лаборатории	$ Z $ или $ Z' $	Вывод по $ Z $ или $ Z' $
32	107		Бк	22	6	12,5	4,0	1,32	Удовлетворительно
33	107		Бк	22	6	14,6	4,5	0,99	Удовлетворительно
34	108		Бк	22	6	17	6	0,59	Удовлетворительно
35	108		Бк	22	6	12,6	4,0	1,30	Удовлетворительно
36	108		Бк	22	6	14,7	4,5	0,97	Удовлетворительно
37	92		12	Бк	22	6	20,0	4,0	0,28
38	93	13	Бк	22	6	20,0	4,0	0,28	Удовлетворительно
39	94		Бк	22	6	12,0	2,3	1,56	Удовлетворительно
40	95	14	Бк	22	6	14,2	2,7	1,19	Удовлетворительно
41	75		Бк/м ³	22	6	19	6	0,35	Удовлетворительно
42	86	15	Бк	22	6	20,9	6,3	0,13	Удовлетворительно
43	87		Бк	22	6	16,4	4,9	0,72	Удовлетворительно
44	81	16	Бк/м ³	22	6	11,31	5,09	1,36	Удовлетворительно
45	82		Бк/м ³	22	6	16,77	5,53	0,64	Удовлетворительно
46	88	17	Бк/м ³	22	6	11,35	5,96	1,26	Удовлетворительно
47	89		Бк/м ³	22	6	12,38	6,48	1,09	Удовлетворительно
48	90	18	Бк/м ³	22	6	17,2	12,3	0,35	Удовлетворительно
49	91		Бк/м ³	22	6	18,5	13,2	0,24	Удовлетворительно
50	78	19	Бк/м ³	22	6	21,34	10,66	0,054	Удовлетворительно
51	72	20	Бк/м ³	22	6	21,46	4,20	0,074	Удовлетворительно
52	73		Бк/м ³	22	6	33,10	7,07	1,20	Удовлетворительно
53	83	21	Бк/м ³	22	6	17,3	7,8	0,48	Удовлетворительно

* Бк – результаты измерений активности радионуклида, Бк/м³ – результат измерений объемной активности радионуклида.

По Z – индексу и Z' – индексу при измерениях суммарной (объемной) активности альфа-излучающих радионуклидов (²³⁴⁺²³⁵⁺²³⁸U) в атмосферном воздухе и атмосферных выпадениях получены только удовлетворительные результаты.

Таблица 7 – Анализ результатов измерения суммарной (объемной) активности бета-излучающих радионуклидов ($^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$) в атмосферном воздухе и атмосферных выпадениях по статистическому критерию

№ п/п	Шифр образца	Шифр лаборатории	Единица величины*	Приписанное значение ОПК	Расширенная неопределенность приписанного значения ОПК	Результат измерения лаборатории	Погрешность (неопределенность) лаборатории	$ E_n $	Вывод по E_n
1	1	1	Бк/м ³	80,2	9,6	79	21	0,052	Удовлетворительно
2	1		Бк	80,2	9,6	79	21	0,052	Удовлетворительно
3	3	2	Бк/м ³	80,2	9,6	98	48	0,36	Удовлетворительно
4	4		Бк/м ³	80,2	9,6	90	45	0,21	Удовлетворительно
5	3		Бк/м ³	80,2	9,6	80	40	0,0049	Удовлетворительно
6	4		Бк/м ³	80,2	9,6	78	45	0,048	Удовлетворительно
7	3		Бк/м ³	80,2	9,6	90	54	0,18	Удовлетворительно
8	4		Бк/м ³	80,2	9,6	84	50	0,075	Удовлетворительно
9	3		Бк/м ³	80,2	9,6	89	53	0,16	Удовлетворительно
10	4		Бк/м ³	80,2	9,6	88	53	0,14	Удовлетворительно
11	3		Бк	80,2	9,6	89	53	0,16	Удовлетворительно
12	4		Бк	80,2	9,6	88	53	0,14	Удовлетворительно
13	6		3	Бк	80,2	9,6	57	11	1,59
14	7	Бк		80,2	9,6	56	11	1,66	Неудовлетворительно
15	8	Бк		80,2	9,6	58	12	1,44	Неудовлетворительно
16	9	Бк		80,2	9,6	58	12	1,44	Неудовлетворительно
17	10	Бк		80,2	9,6	57	11	1,59	Неудовлетворительно
18	11	Бк		80,2	9,6	58	12	1,44	Неудовлетворительно
19	13	4	Бк/м ³	80,2	9,6	77,913	23,250	0,091	Удовлетворительно
20	14		Бк/м ³	80,2	9,6	74,494	22,250	0,24	Удовлетворительно
21	17	5	Бк	80,2	9,6	82	49,0	0,036	Удовлетворительно
22	16		Бк/м ³	80,2	9,6	87	52	0,13	Удовлетворительно
23	19	6	Бк/м ³	80,2	9,6	75	27	0,18	Удовлетворительно
24	24	7	Бк	80,2	9,6	84,8	22,0	0,19	Удовлетворительно
25	25		Бк	80,2	9,6	76,5	15,4	0,20	Удовлетворительно
26	26	8	Бк/м ³	80,2	9,6	83,11	24,93	0,11	Удовлетворительно
27	26		Бк/м ³	80,2	9,6	93,10	18,6	0,62	Удовлетворительно
28	27	9	Бк	80,2	9,6	80,8	40,4	0,014	Удовлетворительно
29	28		Бк	80,2	9,6	76,2	38,1	0,10	Удовлетворительно
30	29	10	Бк	80,2	9,6	77,2	10,6	0,21	Удовлетворительно
31	30	11	Бк/м ³	80,2	9,6	92,7	47,5	0,26	Удовлетворительно

№ п/п	Шифр образца	Шифр лаборатории	Единица величины*	Приписанное значение ОПК	Расширенная неопределенность приписанного значения ОПК	Результат измерения лаборатории	Погрешность (неопределенность) лаборатории	$ E_n $	Вывод по E_n
32	31		Бк/м ³	80,2	9,6	98,6	50,5	0,36	Удовлетворительно
33	32	12	Бк	80,2	9,6	58	9	1,69	Неудовлетворительно
34	33	13	Бк	80,2	9,6	81	16	0,043	Удовлетворительно
35	34		Бк/м ³	80,2	9,6	80	16	0,011	Удовлетворительно
36	35	14	Бк	80,2	9,6	57,79	7,25	1,86	Неудовлетворительно
37	35		Бк/м ³	80,2	9,6	57,79	7,25	1,86	Неудовлетворительно
38	37	15	Бк/м ³	80,2	9,6	74	16	0,33	Удовлетворительно
39	37		Бк	80,2	9,6	74	16	0,33	Удовлетворительно
40	38	16	Бк/м ³	80,2	9,6	55,2	8,7	1,93	Неудовлетворительно
41	39	17	Бк/м ³	80,2	9,6	73	15	0,40	Удовлетворительно
42	23	18	Бк	80,2	9,6	87,3	21,8	0,30	Удовлетворительно
43	22		Бк	80,2	9,6	86,8	21,7	0,28	Удовлетворительно
44	20	19	Бк	80,2	9,6	77	23	0,13	Удовлетворительно
45	21		Бк	80,2	9,6	76	24	0,16	Удовлетворительно
46	5	20	Бк/м ³	80,2	9,6	13,9	5,5	5,99	Неудовлетворительно
47	40	21	Бк	80,2	9,6	100,8	15,12	1,15	Неудовлетворительно
48	41		Бк	80,2	9,6	91,1	13,67	0,65	Удовлетворительно
49	18	22	Бк/м ³	80,2	9,6	69,73	29,29	0,34	Удовлетворительно
50	2	23	Бк/м ³	80,2	9,6	89	9	0,67	Удовлетворительно
51	15	24	Бк/м ³	80,2	9,6	70,07	29,4	0,33	Удовлетворительно
52	15		Бк/м ³	80,2	9,6	55,4	11,1	1,69	Неудовлетворительно
53	15		Бк/м ³	80,2	9,6	60,5	12,1	1,28	Неудовлетворительно

* здесь и далее - Бк – результаты измерений активности радионуклида, Бк/м³ – результат измерений объемной активности радионуклида.

По статистическому критерию при измерениях суммарной (объемной) активности бета-излучающих радионуклидов (⁹⁰Sr+⁹⁰Y) в атмосферном воздухе и атмосферных выпадениях получено 39 удовлетворительных результата (74 %).

Таблица 8 – Анализ результатов измерения суммарной (объемной) активности бета-излучающих радионуклидов ($^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$) в атмосферном воздухе и атмосферных выпадениях по Z -индексу или Z' -индексу

№ п/п	Шифр образца	Шифр лаборатории	Единица величины*	Приписанное значение ОПК	Расширенная неопределенность приписанного значения ОПК	Результат измерения лаборатории	Погрешность (неопределенность) лаборатории	Z или Z'	Вывод по Z или Z'
1	1	1	Бк/м ³	80,2	9,6	79	21	0,052	Удовлетворительно
2	1		Бк	80,2	9,6	79	21	0,052	Удовлетворительно
3	3	2	Бк/м ³	80,2	9,6	98	48	0,74	Удовлетворительно
4	4		Бк/м ³	80,2	9,6	90	45	0,44	Удовлетворительно
5	3		Бк/м ³	80,2	9,6	80	40	0,010	Удовлетворительно
6	4		Бк/м ³	80,2	9,6	78	45	0,10	Удовлетворительно
7	3		Бк/м ³	80,2	9,6	90	54	0,36	Удовлетворительно
8	4		Бк/м ³	80,2	9,6	84	50	0,15	Удовлетворительно
9	3		Бк/м ³	80,2	9,6	89	53	0,33	Удовлетворительно
10	4		Бк/м ³	80,2	9,6	88	53	0,29	Удовлетворительно
11	3		Бк	80,2	9,6	89	53	0,33	Удовлетворительно
12	4		Бк	80,2	9,6	88	53	0,29	Удовлетворительно
13	6		3	Бк	80,2	9,6	57	11	1,59
14	7	Бк		80,2	9,6	56	11	1,66	Удовлетворительно
15	8	Бк		80,2	9,6	58	12	1,44	Удовлетворительно
16	9	Бк		80,2	9,6	58	12	1,44	Удовлетворительно
17	10	Бк		80,2	9,6	57	11	1,59	Удовлетворительно
18	11	Бк		80,2	9,6	58	12	1,44	Удовлетворительно
19	13	4	Бк/м ³	80,2	9,6	77,913	23,250	0,091	Удовлетворительно
20	14		Бк/м ³	80,2	9,6	74,494	22,250	0,24	Удовлетворительно
21	17	5	Бк	80,2	9,6	82	49,0	0,073	Удовлетворительно
22	16		Бк/м ³	80,2	9,6	87	52	0,26	Удовлетворительно
23	19	6	Бк/м ³	80,2	9,6	75	27	0,18	Удовлетворительно
24	24	7	Бк	80,2	9,6	84,8	22,0	0,19	Удовлетворительно
25	25		Бк	80,2	9,6	76,5	15,4	0,20	Удовлетворительно
26	26	8	Бк/м ³	80,2	9,6	83,11	24,93	0,11	Удовлетворительно
27	26		Бк/м ³	80,2	9,6	93,10	18,6	0,62	Удовлетворительно
28	27	9	Бк	80,2	9,6	80,8	40,4	0,030	Удовлетворительно
29	28		Бк	80,2	9,6	76,2	38,1	0,21	Удовлетворительно
30	29	10	Бк	80,2	9,6	77,2	10,6	0,21	Удовлетворительно
31	30	11	Бк/м ³	80,2	9,6	92,7	47,5	0,53	Удовлетворительно

№ п/п	Шифр образца	Шифр лаборатории	Единица величины*	Приписанное значение ОПК	Расширенная неопределенность приписанного значения ОПК	Результат измерения лаборатории	Погрешность (неопределенность) лаборатории	$ Z $ или $ Z' $	Вывод по $ Z $ или $ Z' $
32	31		Бк/м ³	80,2	9,6	98,6	50,5	0,73	Удовлетворительно
33	32	12	Бк	80,2	9,6	58	9	1,69	Удовлетворительно
34	33	13	Бк	80,2	9,6	81	16	0,043	Удовлетворительно
35	34		Бк/м ³	80,2	9,6	80	16	0,011	Удовлетворительно
36	35	14	Бк	80,2	9,6	57,79	7,25	1,86	Удовлетворительно
37	35		Бк/м ³	80,2	9,6	57,79	7,25	1,86	Удовлетворительно
38	37	15	Бк/м ³	80,2	9,6	74	16	0,33	Удовлетворительно
39	37		Бк	80,2	9,6	74	16	0,33	Удовлетворительно
40	38	16	Бк/м ³	80,2	9,6	55,2	8,7	1,93	Удовлетворительно
41	39	17	Бк/м ³	80,2	9,6	73	15	0,40	Удовлетворительно
42	23	18	Бк	80,2	9,6	87,3	21,8	0,30	Удовлетворительно
43	22		Бк	80,2	9,6	86,8	21,7	0,28	Удовлетворительно
44	20	19	Бк	80,2	9,6	77	23	0,13	Удовлетворительно
45	21		Бк	80,2	9,6	76	24	0,16	Удовлетворительно
46	5	20	Бк/м ³	80,2	9,6	13,9	5,5	5,99	Неудовлетворительно
47	40	21	Бк	80,2	9,6	100,8	15,12	1,15	Удовлетворительно
48	41		Бк	80,2	9,6	91,1	13,67	0,65	Удовлетворительно
49	18	22	Бк/м ³	80,2	9,6	69,73	29,29	0,71	Удовлетворительно
50	2	23	Бк/м ³	80,2	9,6	89	9	0,67	Удовлетворительно
51	15	24	Бк/м ³	80,2	9,6	70,07	29,4	0,69	Удовлетворительно
52	15		Бк/м ³	80,2	9,6	55,4	11,1	1,69	Удовлетворительно
53	15		Бк/м ³	80,2	9,6	60,5	12,1	1,28	Удовлетворительно

* здесь и далее - Бк -- результаты измерений активности радионуклида, Бк/м³ -- результат измерений объемной активности радионуклида.

По Z – индексу и Z' – индексу при измерениях суммарной (объемной) активности бета-излучающих радионуклидов ($^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$) в атмосферном воздухе и атмосферных выпадениях получено 52 удовлетворительных результата.

Таблица 9 – Анализ результатов измерения (объемной) активности гамма-излучающих радионуклидов (^{137}Cs) в атмосферном воздухе и атмосферных выпадениях по статистическому критерию

№ п/п	Шифр образца	Шифр лаборатории	Единица величины*	Приписанное значение ОПК	Расширенная неопределенность приписанного значения ОПК	Результат измерения лаборатории	Погрешность (неопределенность) лаборатории	$ E_n $	Вывод по E_n
1	1	1	Бк/м ³	18,8	2,2	20,28	1,51	0,55	Удовлетворительно
2	2		Бк/м ³	18,8	2,2	19,78	1,47	0,37	Удовлетворительно
3	3	2	Бк	18,8	2,2	13	3	1,56	Неудовлетворительно
4	3		Бк/м ³	18,8	2,2	13	3	1,56	Неудовлетворительно
5	5	3	Бк/м ³	18,8	2,2	37,7	15,1	1,24	Неудовлетворительно
6	5		Бк	18,8	2,2	37,7	15,1	1,24	Неудовлетворительно
7	6		Бк	18,8	2,2	36,9	14,7	1,22	Неудовлетворительно
8	6		Бк/м ³	18,8	2,2	36,9	14,70	1,22	Неудовлетворительно
9	7	4	Бк	18,8	2,2	21	12	0,18	Удовлетворительно
10	8		Бк	18,8	2,2	19	11	0,018	Удовлетворительно
11	7		Бк/м ³	18,8	2,2	21	12	0,18	Удовлетворительно
12	8		Бк/м ³	18,8	2,2	19	11	0,018	Удовлетворительно
13	14	5	Бк/м ³	18,8	2,2	20	6	0,19	Удовлетворительно
14	13	6	Бк	18,8	2,2	16	7	0,38	Удовлетворительно
15	15	7	Бк/м ³	18,8	2,2	25,6	6,7	0,96	Удовлетворительно
16	17	8	Бк	18,8	2,2	14,6	4,4	0,85	Удовлетворительно
17	18		Бк	18,8	2,2	14,2	4,4	0,94	Удовлетворительно
18	19		Бк	18,8	2,2	13,9	4,2	1,03	Неудовлетворительно
19	20		Бк	18,8	2,2	14,2	4,6	0,90	Удовлетворительно
20	21		Бк	18,8	2,2	14,9	4,4	0,79	Удовлетворительно
21	22		Бк	18,8	2,2	15,9	4,6	0,57	Удовлетворительно
22	23	9	Бк/м ³	18,8	2,2	27,3	6,8	1,19	Неудовлетворительно
23	24		Бк/м ³	18,8	2,2	29,3	7,3	1,38	Неудовлетворительно
24	26	10	Бк/м ³	18,8	2,2	22	3	0,86	Удовлетворительно
25	27	11	Бк/м ³	18,8	2,2	42,028	4,200	4,90	Неудовлетворительно
26	29	12	Бк/м ³	18,8	2,2	39,7	23,8	0,87	Удовлетворительно
27	34	13	Бк/м ³	18,8	2,2	32,0	16,6	0,79	Удовлетворительно
28	34		Бк/м ³	18,8	2,2	37,0	19,2	0,94	Удовлетворительно
29	36	14	Бк	18,8	2,2	17,72	5,33	0,19	Удовлетворительно
30	38	15	Бк	18,8	2,2	21,0	4,0	0,48	Удовлетворительно
31	38		Бк	18,8	2,2	18,1	3,6	0,17	Удовлетворительно
32	39	16	Бк/м ³	18,8	2,2	23,5	4,7	0,91	Удовлетворительно
33	40	17	Бк/м ³	18,8	2,2	19,13	5,74	0,054	Удовлетворительно
34	41		Бк/м ³	18,8	2,2	21,03	6,31	0,33	Удовлетворительно

№ п/п	Шифр образца	Шифр лаборатории	Единица величины*	Приписанное значение ОПК	Расширенная неопределенность приписанного значения ОПК	Результат измерения лаборатории	Погрешность (неопределенность) лаборатории	$ E_n $	Вывод по E_n	
35	40	18	Бк	18,8	2,2	19,13	5,74	0,054	Удовлетворительно	
36	41		Бк	18,8	2,2	21,03	6,31	0,33	Удовлетворительно	
37	42		Бк/м ³	18,8	2,2	18,50	3,12	0,079	Удовлетворительно	
38	42		Бк/м ³	18,8	2,2	19,97	3,32	0,29	Удовлетворительно	
39	43		Бк/м ³	18,8	2,2	19,04	3,20	0,062	Удовлетворительно	
40	43		Бк/м ³	18,8	2,2	19,79	3,30	0,25	Удовлетворительно	
41	44		Бк/м ³	18,8	2,2	20,32	2,85	0,42	Удовлетворительно	
42	44		Бк	18,8	2,2	20,98	2,94	0,59	Удовлетворительно	
43	45		Бк/м ³	18,8	2,2	20,28	10,21	0,14	Удовлетворительно	
44	45		Бк	18,8	2,2	20,28	10,21	0,14	Удовлетворительно	
45	46	19	Бк/м ³	18,8	2,2	19,08	9,11	0,030	Удовлетворительно	
46	46		Бк	18,8	2,2	19,08	9,11	0,030	Удовлетворительно	
47	47		Бк/м ³	18,8	2,2	23,09	14,10	0,30	Удовлетворительно	
48	47		Бк	18,8	2,2	23,09	14,10	0,30	Удовлетворительно	
49	48		Бк/м ³	18,8	2,2	20,50	10,21	0,16	Удовлетворительно	
50	48		Бк	18,8	2,2	20,50	10,21	0,16	Удовлетворительно	
51	49		20	Бк	18,8	2,2	26	7	0,98	Удовлетворительно
52	50			Бк	18,8	2,2	25	7	0,84	Удовлетворительно
53	51	21	Бк	18,8	2,2	18,9	3,9	0,022	Удовлетворительно	
54	52	22	Бк	18,8	2,2	23,4	4,7	0,89	Удовлетворительно	
55	56	23	Бк	18,8	2,2	18,4	7,3	0,052	Удовлетворительно	
56	57	24	Бк	18,8	2,2	17,6	5,28	0,21	Удовлетворительно	
57	58		Бк	18,8	2,2	17,9	5,37	0,16	Удовлетворительно	
58	59	25	Бк	18,8	2,2	16,0	7,2	0,37	Удовлетворительно	
59	60		Бк	18,8	2,2	16,5	7,7	0,29	Удовлетворительно	
60	64	26	Бк/м ³	18,8	2,2	32	6	2,07	Неудовлетворительно	
61	63		Бк	18,8	2,2	33	6	2,22	Неудовлетворительно	
62	65	27	Бк	18,8	2,2	17,5	4,5	0,26	Удовлетворительно	
63	66		Бк	18,8	2,2	20,8	4,5	0,40	Удовлетворительно	
64	67	28	Бк	18,8	2,2	26,68	5,08	1,42	Неудовлетворительно	
65	67		Бк/м ³	18,8	2,2	26,68	5,08	1,42	Неудовлетворительно	
66	68	29	Бк/м ³	18,8	2,2	18,3	2,6	0,15	Удовлетворительно	
67	69		Бк/м ³	18,8	2,2	17,4	2,4	0,43	Удовлетворительно	
68	70		Бк/м ³	18,8	2,2	17,7	2,5	0,33	Удовлетворительно	
69	68		Бк	18,8	2,2	18,3	2,6	0,15	Удовлетворительно	
70	69		Бк	18,8	2,2	17,4	2,4	0,43	Удовлетворительно	
71	70		Бк	18,8	2,2	17,7	2,5	0,33	Удовлетворительно	

№ п/п	Шифр образца	Шифр лаборатории	Единица величины*	Приписанное значение ОПК	Расширенная неопределенность приписанного значения ОПК	Результат измерения лаборатории	Погрешность (неопределенность) лаборатории	$ E_n $	Вывод по E_n
72	71	30	Бк/м ³	18,8	2,2	19,5	1,95	0,24	Удовлетворительно
73	72	31	Бк	18,8	2,2	21	5,0	0,40	Удовлетворительно
74	73		Бк	18,8	2,2	21	5,0	0,40	Удовлетворительно
75	74		Бк	18,8	2,2	21	5,0	0,40	Удовлетворительно
76	72		Бк	18,8	2,2	20	5,0	0,22	Удовлетворительно
77	73		Бк	18,8	2,2	20	5,0	0,22	Удовлетворительно
78	74		Бк	18,8	2,2	21	5,0	0,40	Удовлетворительно
79	72		Бк	18,8	2,2	17	4,5	0,36	Удовлетворительно
80	73		Бк	18,8	2,2	17	4,5	0,36	Удовлетворительно
81	74		Бк	18,8	2,2	19	5,0	0,037	Удовлетворительно
82	75		32	Бк	18,8	2,2	21	2	0,74
83	76	Бк		18,8	2,2	22	2	1,08	Неудовлетворительно
84	32	33	Бк	18,8	2,2	22,6	6,8	0,53	Удовлетворительно
85	33		Бк	18,8	2,2	20,2	6,1	0,22	Удовлетворительно
86	30	34	Бк	18,8	2,2	19,0	5,0	0,037	Удовлетворительно
87	31		Бк	18,8	2,2	19,2	5	0,073	Удовлетворительно
88	16	35	Бк/м ³	18,8	2,2	20,2	3,1	0,37	Удовлетворительно
89	16		Бк/м ³	18,8	2,2	20,1	3,2	0,33	Удовлетворительно
90	9	36	Бк	18,8	2,2	20,0	4,0	0,26	Удовлетворительно
91	10		Бк	18,8	2,2	20,3	4,0	0,33	Удовлетворительно
92	11		Бк	18,8	2,2	20,7	4,0	0,42	Удовлетворительно
93	12		Бк	18,8	2,2	19,4	4,0	0,13	Удовлетворительно
94	4	37	Бк/м ³	18,8	2,2	32,5	4,7	2,64	Неудовлетворительно
95	28	38	Бк/м ³	18,8	2,2	24,6	6,2	0,88	Удовлетворительно
96	28		Бк/м ³	18,8	2,2	28,4	7,15	1,28	Неудовлетворительно

* Бк – результаты измерений активности радионуклида, Бк/м³ – результат измерений объемной активности радионуклида.

По статистическому критерию при измерениях (объемной) активности гамма-излучающих радионуклидов (¹³⁷Cs) в атмосферном воздухе и атмосферных выпадениях получено 79 удовлетворительных результата (82 %).

Таблица 10 – Анализ результатов измерения (объемной) активности гамма-излучающих радионуклидов (^{137}Cs) в атмосферном воздухе и атмосферных выпадениях по Z -индексу или Z' -индексу

№ п/п	Шифр образца	Шифр лаборатории	Единица величины*	Приписанное значение ОПК	Расширенная неопределенность приписанного значения ОПК	Результат измерения лаборатории	Погрешность (неопределенность) лаборатории	Z или Z'	Вывод по Z или Z'
1	1	1	Бк/м ³	18,8	2,2	20,28	1,51	0,55	Удовлетворительно
2	2		Бк/м ³	18,8	2,2	19,78	1,47	0,37	Удовлетворительно
3	3	2	Бк	18,8	2,2	13	3	1,56	Удовлетворительно
4	3		Бк/м ³	18,8	2,2	13	3	1,56	Удовлетворительно
5	5	3	Бк/м ³	18,8	2,2	37,7	15,1	2,50	Сомнительно
6	5		Бк	18,8	2,2	37,7	15,1	2,50	Сомнительно
7	6		Бк	18,8	2,2	36,9	14,7	2,46	Сомнительно
8	6		Бк/м ³	18,8	2,2	36,9	14,70	2,46	Сомнительно
9	7	4	Бк	18,8	2,2	21	12	0,37	Удовлетворительно
10	8		Бк	18,8	2,2	19	11	0,036	Удовлетворительно
11	7		Бк/м ³	18,8	2,2	21	12	0,37	Удовлетворительно
12	8		Бк/м ³	18,8	2,2	19	11	0,036	Удовлетворительно
13	14	5	Бк/м ³	18,8	2,2	20	6	0,19	Удовлетворительно
14	13	6	Бк	18,8	2,2	16	7	0,80	Удовлетворительно
15	15	7	Бк/м ³	18,8	2,2	25,6	6,7	2,03	Сомнительно
16	17	8	Бк	18,8	2,2	14,6	4,4	0,85	Удовлетворительно
17	18		Бк	18,8	2,2	14,2	4,4	0,94	Удовлетворительно
18	19		Бк	18,8	2,2	13,9	4,2	1,03	Удовлетворительно
19	20		Бк	18,8	2,2	14,2	4,6	0,90	Удовлетворительно
20	21		Бк	18,8	2,2	14,9	4,4	0,79	Удовлетворительно
21	22		Бк	18,8	2,2	15,9	4,6	0,57	Удовлетворительно
22	23	9	Бк/м ³	18,8	2,2	27,3	6,8	2,50	Сомнительно
23	24		Бк/м ³	18,8	2,2	29,3	7,3	2,88	Сомнительно
24	26	10	Бк/м ³	18,8	2,2	22	3	0,86	Удовлетворительно
25	27	11	Бк/м ³	18,8	2,2	42,028	4,200	4,90	Неудовлетворительно
26	29	12	Бк/м ³	18,8	2,2	39,7	23,8	1,76	Удовлетворительно
27	34	13	Бк/м ³	18,8	2,2	32,0	16,6	1,59	Удовлетворительно
28	34		Бк/м ³	18,8	2,2	37,0	19,2	1,90	Удовлетворительно
29	36	14	Бк	18,8	2,2	17,72	5,33	0,19	Удовлетворительно
30	38	15	Бк	18,8	2,2	21,0	4,0	0,48	Удовлетворительно

№ п/п	Шифр образца	Шифр лаборатории	Единица величины*	Приписанное значение ОПК	Расширенная неопределенность приписанного значения ОПК	Результат измерения лаборатории	Погрешность (неопределенность) лаборатории	Z или Z'	Вывод по Z или Z'
31	38		Бк	18,8	2,2	18,1	3,6	0,17	Удовлетворительно
32	39	16	Бк/м ³	18,8	2,2	23,5	4,7	0,91	Удовлетворительно
33	40	17	Бк/м ³	18,8	2,2	19,13	5,74	0,054	Удовлетворительно
34	41		Бк/м ³	18,8	2,2	21,03	6,31	0,33	Удовлетворительно
35	40		Бк	18,8	2,2	19,13	5,74	0,054	Удовлетворительно
36	41		Бк	18,8	2,2	21,03	6,31	0,33	Удовлетворительно
37	42		Бк/м ³	18,8	2,2	18,50	3,12	0,079	Удовлетворительно
38	42	18	Бк/м ³	18,8	2,2	19,97	3,32	0,29	Удовлетворительно
39	43		Бк/м ³	18,8	2,2	19,04	3,20	0,062	Удовлетворительно
40	43		Бк/м ³	18,8	2,2	19,79	3,30	0,25	Удовлетворительно
41	44		Бк/м ³	18,8	2,2	20,32	2,85	0,42	Удовлетворительно
42	44		Бк	18,8	2,2	20,98	2,94	0,59	Удовлетворительно
43	45		19	Бк/м ³	18,8	2,2	20,28	10,21	0,29
44	45	Бк		18,8	2,2	20,28	10,21	0,29	Удовлетворительно
45	46	Бк/м ³		18,8	2,2	19,08	9,11	0,061	Удовлетворительно
46	46	Бк		18,8	2,2	19,08	9,11	0,061	Удовлетворительно
47	47	Бк/м ³		18,8	2,2	23,09	14,10	0,61	Удовлетворительно
48	47	Бк		18,8	2,2	23,09	14,10	0,61	Удовлетворительно
49	48	Бк/м ³		18,8	2,2	20,50	10,21	0,33	Удовлетворительно
50	48	Бк		18,8	2,2	20,50	10,21	0,33	Удовлетворительно
51	49	20	Бк	18,8	2,2	26	7	2,06	Сомнительно
52	50		Бк	18,8	2,2	25	7	1,77	Удовлетворительно
53	51	21	Бк	18,8	2,2	18,9	3,9	0,022	Удовлетворительно
54	52	22	Бк	18,8	2,2	23,4	4,7	0,89	Удовлетворительно
55	56	23	Бк	18,8	2,2	18,4	7,3	0,11	Удовлетворительно
56	57	24	Бк	18,8	2,2	17,6	5,28	0,21	Удовлетворительно
57	58		Бк	18,8	2,2	17,9	5,37	0,16	Удовлетворительно
58	59	25	Бк	18,8	2,2	16,0	7,2	0,78	Удовлетворительно
59	60		Бк	18,8	2,2	16,5	7,7	0,60	Удовлетворительно
60	64	26	Бк/м ³	18,8	2,2	32	6	2,07	Сомнительно
61	63		Бк	18,8	2,2	33	6	2,22	Сомнительно
62	65	27	Бк	18,8	2,2	17,5	4,5	0,26	Удовлетворительно
63	66		Бк	18,8	2,2	20,8	4,5	0,40	Удовлетворительно
64	67	28	Бк	18,8	2,2	26,68	5,08	1,42	Удовлетворительно

№ п/п	Шифр образца	Шифр лаборатории	Единица величины*	Приписанное значение ОПК	Расширенная неопределенность приписанного значения ОПК	Результат измерения лаборатории	Погрешность (неопределенность) лаборатории	$ Z $ или $ Z' $	Вывод по $ Z $ или $ Z' $
65	67	29	Бк/м ³	18,8	2,2	26,68	5,08	1,42	Удовлетворительно
66	68		Бк/м ³	18,8	2,2	18,3	2,6	0,15	Удовлетворительно
67	69		Бк/м ³	18,8	2,2	17,4	2,4	0,43	Удовлетворительно
68	70		Бк/м ³	18,8	2,2	17,7	2,5	0,33	Удовлетворительно
69	68		Бк	18,8	2,2	18,3	2,6	0,15	Удовлетворительно
70	69		Бк	18,8	2,2	17,4	2,4	0,43	Удовлетворительно
71	70		Бк	18,8	2,2	17,7	2,5	0,33	Удовлетворительно
72	71	30	Бк/м ³	18,8	2,2	19,5	1,95	0,24	Удовлетворительно
73	72	31	Бк	18,8	2,2	21	5,0	0,40	Удовлетворительно
74	73		Бк	18,8	2,2	21	5,0	0,40	Удовлетворительно
75	74		Бк	18,8	2,2	21	5,0	0,40	Удовлетворительно
76	72		Бк	18,8	2,2	20	5,0	0,22	Удовлетворительно
77	73		Бк	18,8	2,2	20	5,0	0,22	Удовлетворительно
78	74		Бк	18,8	2,2	21	5,0	0,40	Удовлетворительно
79	72		Бк	18,8	2,2	17	4,5	0,36	Удовлетворительно
80	73		Бк	18,8	2,2	17	4,5	0,36	Удовлетворительно
81	74		Бк	18,8	2,2	19	5,0	0,037	Удовлетворительно
82	75		32	Бк	18,8	2,2	21	2	0,74
83	76	Бк	18,8	2,2	22	2	1,08	Удовлетворительно	
84	32	33	Бк	18,8	2,2	22,6	6,8	1,12	Удовлетворительно
85	33		Бк	18,8	2,2	20,2	6,1	0,22	Удовлетворительно
86	30	34	Бк	18,8	2,2	19,0	5,0	0,037	Удовлетворительно
87	31		Бк	18,8	2,2	19,2	5	0,073	Удовлетворительно
88	16	35	Бк/м ³	18,8	2,2	20,2	3,1	0,37	Удовлетворительно
89	16		Бк/м ³	18,8	2,2	20,1	3,2	0,33	Удовлетворительно
90	9	36	Бк	18,8	2,2	20,0	4,0	0,26	Удовлетворительно
91	10		Бк	18,8	2,2	20,3	4,0	0,33	Удовлетворительно
92	11		Бк	18,8	2,2	20,7	4,0	0,42	Удовлетворительно
93	12		Бк	18,8	2,2	19,4	4,0	0,13	Удовлетворительно
94	4	37	Бк/м ³	18,8	2,2	32,5	4,7	2,64	Сомнительно
95	28	38	Бк/м ³	18,8	2,2	24,6	6,2	0,88	Удовлетворительно
96	28		Бк/м ³	18,8	2,2	28,4	7,15	2,69	Сомнительно

* Бк – результаты измерений активности радионуклида, Бк/м³ – результат измерений объемной активности радионуклида.

По Z – индексу и Z' – индексу при измерениях (объемной) активности гамма-излучающих радионуклидов (^{137}Cs) в атмосферном воздухе и атмосферных выпадениях получено 12 сомнительных и 1 неудовлетворительный результат.

На рисунках 1-4 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 ОПК, интервал, ограниченный красными линиями, – границы расширенной неопределенности приписанного значения ОПК.

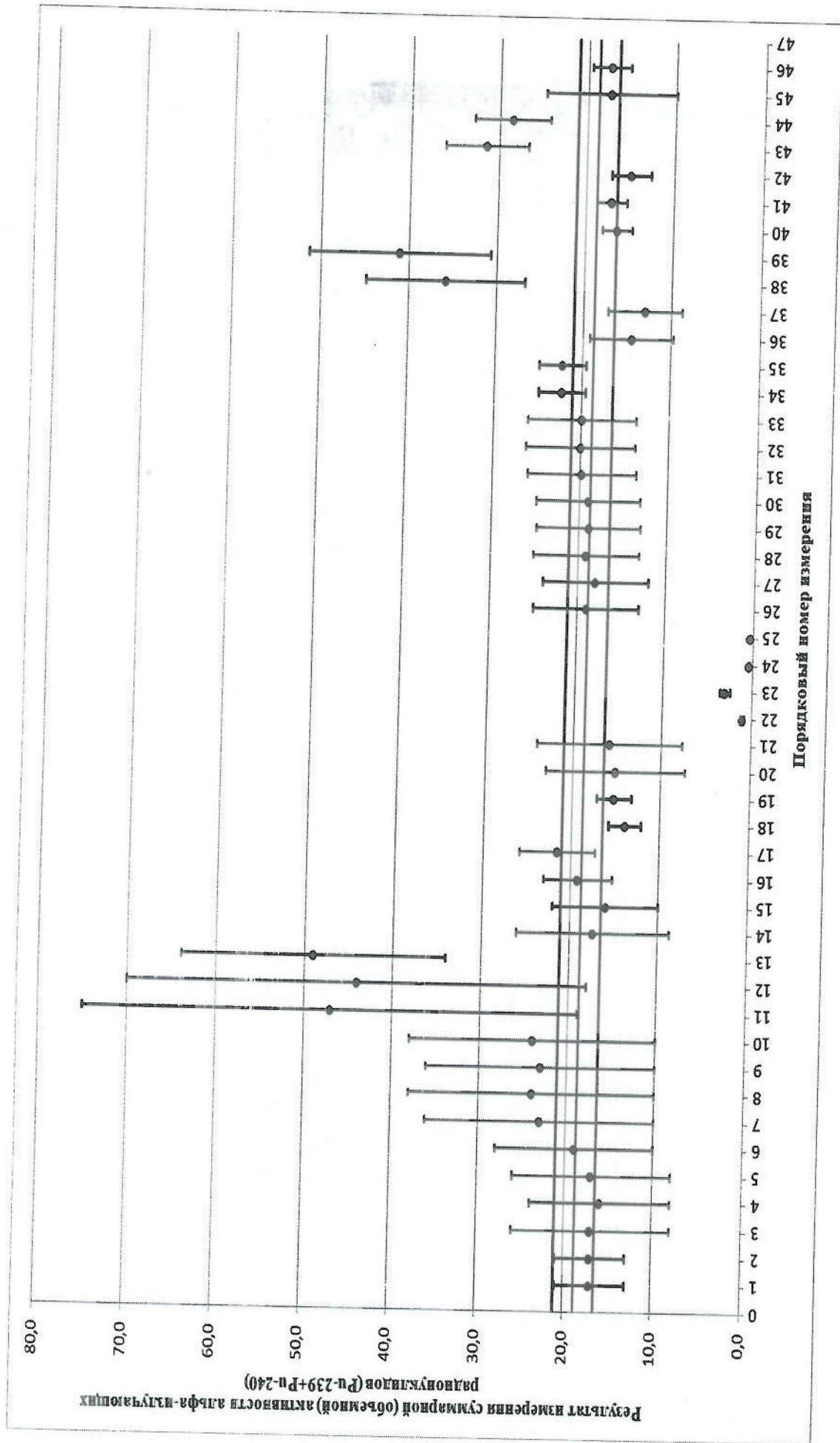


Рисунок 1 - Результаты измерений суммарной (объемной) активности альфа-излучающих радионуклидов ($^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu}$) в атмосферном воздухе и атмосферных выпадениях

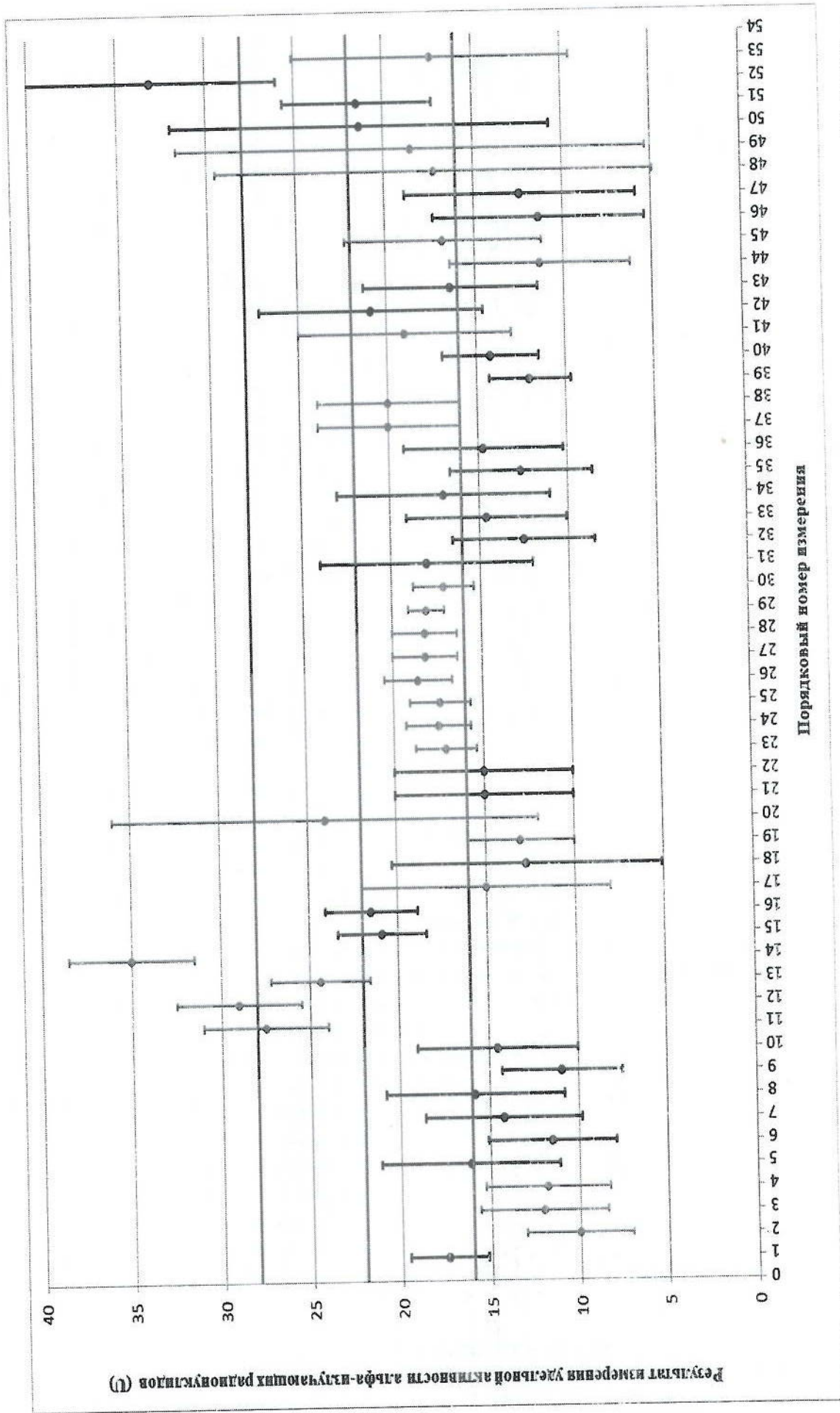


Рисунок 2 – Результаты измерений суммарной (объемной) активности альфа-излучающих радионуклидов ($^{234}\text{U} + ^{235}\text{U}$) в атмосферном воздухе и атмосферных выпадениях

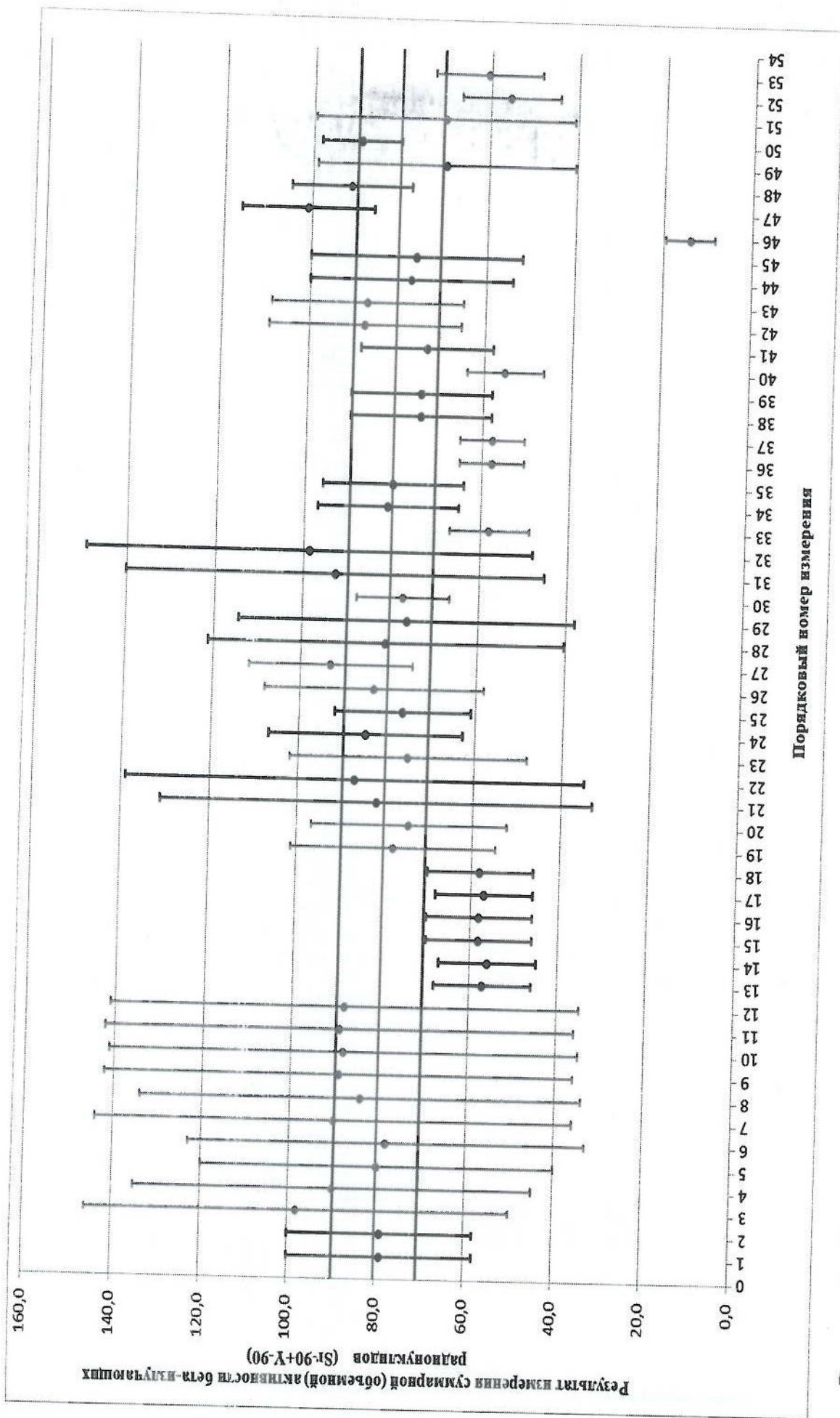


Рисунок 3 – Результаты измерений суммарной (объемной) активности бета-излучающих радионуклидов ($^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$) в атмосферном воздухе и атмосферных выпадениях

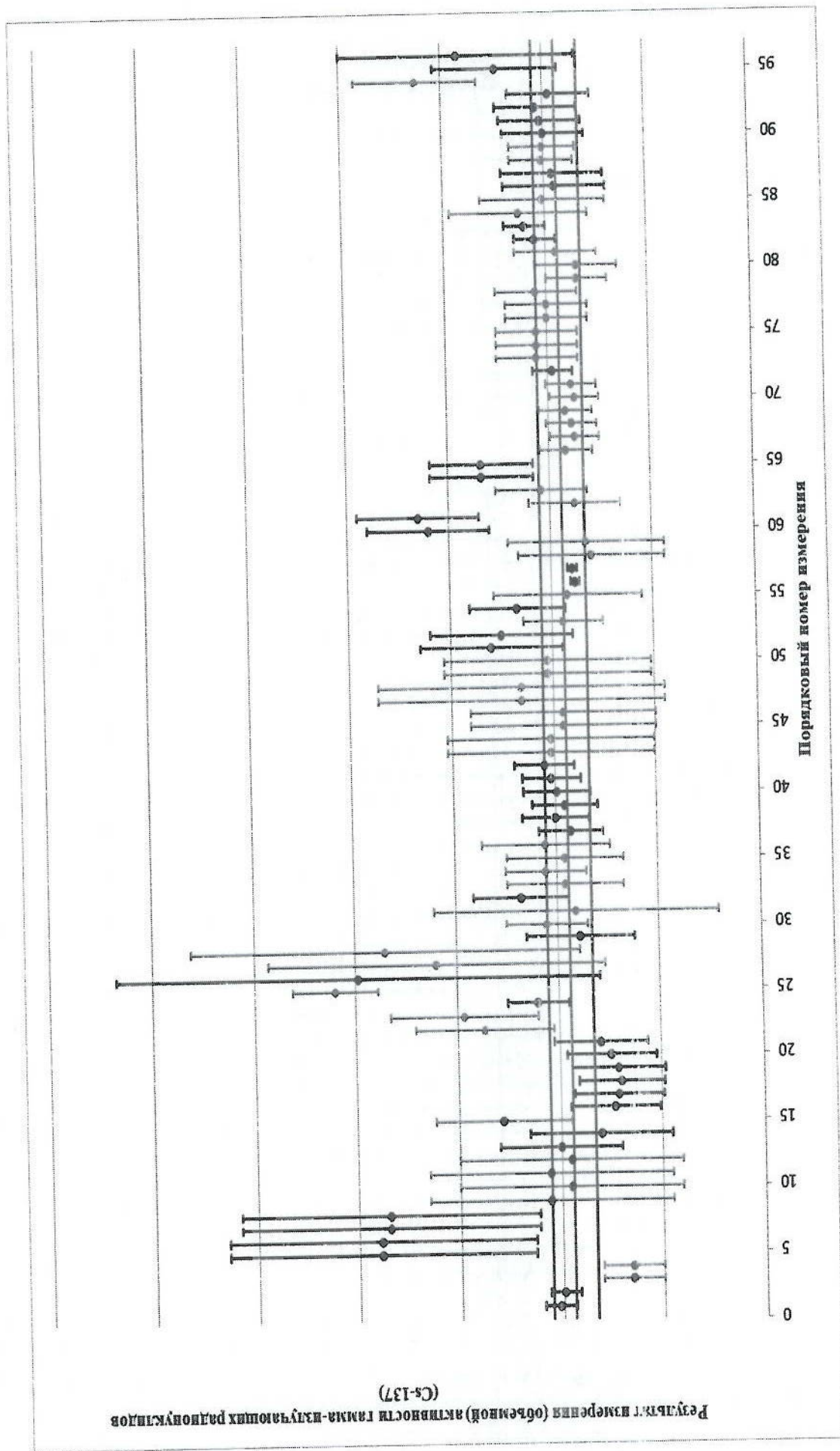


Рисунок 4 – Результаты измерений (объемной) активности гамма-излучающих радионуклидов (^{137}Cs) в атмосферном воздухе и атмосферных выпадениях

5 Выводы и рекомендации

По результатам проведенных межлабораторных сличительных испытаний получены следующие результаты:

– в МСИ по контролю качества измерений суммарной (объемной) активности альфа-излучающих радионуклидов ($^{239}\text{Pu}+^{240}\text{Pu}$) приняли участие 20 лабораторий, из которых удовлетворительное качество проводимых измерений подтвердили 12 лабораторий, 2 лаборатории представили как удовлетворительные, так и неудовлетворительные результаты измерений;

– в МСИ по контролю измерений суммарной (объемной) активности альфа-излучающих радионуклидов ($^{234+235+238}\text{U}$) приняли участие 21 лаборатория, из которых удовлетворительное качество проводимых измерений подтвердили 12 лабораторий, 6 лабораторий представили как удовлетворительные, так и неудовлетворительные результаты измерений;

– в МСИ по контролю качества измерений суммарной (объемной) активности бета-излучающих радионуклидов ($^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$) приняли участие 24 лаборатории, из которых удовлетворительное качество проводимых измерений подтвердили 17 лабораторий, 2 лаборатории представили как удовлетворительные, так и неудовлетворительные результаты измерений;

– в МСИ по контролю качества измерений удельной активности гамма-излучающих радионуклидов приняли участие 38 лабораторий, из которых удовлетворительное качество проводимых измерений подтвердили 28 лабораторий; 3 лаборатории представили как удовлетворительные, так и неудовлетворительные результаты измерений;

– всем участникам были выданы свидетельства об участии, которые в качестве приложения содержат заключение с результатами измерений с указанием критериев их оценки.

По результатам проведенных межлабораторных сличительных испытаний Провайдер может рекомендовать:

1. Лабораториям, получившим неудовлетворительные результаты по результатам измерений удельной активности радионуклидов, провести внеочередной внутренний оперативный контроль точности с использованием образцов для контроля, не использованных ранее для настройки приборов или контроля качества.

2. Лабораториям, получившим как удовлетворительные, так и неудовлетворительные результаты, провести внутрилабораторные сличительные испытания на реальных пробах с использованием имеющихся приборов и методик с целью выявления систематических отклонений.

3. Если в методике измерений отсутствуют требования к округлению результатов измерений и их погрешностей, то для округления погрешности использовать правила, установленные п. 6.4.5 ГОСТ Р 8.932-2017, а для округления результата измерения использовать СТ СЭВ 543.

6 Контактные сведения о Провайдере МСИ

АО «ВНИИНМ», 123060, Москва, ул. Рогова, д. 5а, корп. 4,
тел./факс: 8 (499) 190-23-25.

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

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

Старший научный сотрудник лаборатории метрологического обеспечения аналитического контроля АО «ВНИИНМ» Лебенкова Екатерина Евгеньевна, +7(499) 190-89-99 доб. 80-76 – составление программы проверки квалификации, разработка, изготовление, шифрование и рассылка образцов для проверки квалификации, расчет приписанных значений, написание заданий на измерения, расчет характеристик функционирования, оформление

заклучений и свидетельств по результатам участия, составление отчета по программе, взаимодействие с участниками программы


7 Конфиденциальность

Деятельность Провайдера основана на принципах конфиденциальности. Приписанные значения ОПК, результаты испытаний, идентификационный номер ОПК являются строго конфиденциальной информацией, известной только ограниченному кругу лиц-сотрудников Провайдера МСИ. Наименование отдельной лаборатории и результаты ее участия не разглашаются. Без согласования участников результаты участия лабораторий не разглашаются.

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

 И.М. Максимова
06.10.2025

Ответственный исполнитель,
ведущий инженер-технолог
лаборатории метрологического обеспечения
аналитического контроля, к.э.н.

 Е.Е. Лебенкова
06.10.2025

Конец отчета

