

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
« 14 » 02 2020 г.



АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ № 505.532/803-2020
О ПРОВЕДЕНИИ МЕЖЛАБОРАТОРНЫХ СЛИЧИТЕЛЬНЫХ
ИСПЫТАНИЙ В ОРГАНИЗАЦИЯХ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

По программе П.МСИ.РХКВ-532/010-2018
«Радиохимический контроль водных сред»

МОСКВА 2020

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	2
Образцы для контроля (ОК).....	2
Анализ методов (методик) измерений и испытаний	4
Анализ результатов исследований	6
Заключение	26
Контактные сведения о провайдере МСИ.....	26
Конфиденциальность	27
Приложение А	28

ВВЕДЕНИЕ

Целью межлабораторных сличительных испытаний (МСИ) являлась проверка качества радиохимического контроля водных сред, проводимого в организациях и лабораториях Госкорпорации «Росатом».

В МСИ приняли участие 45 организаций, входящие в различные дивизионы Госкорпорации.

В МСИ реализована параллельная схема проведения, при которой образцы рассылаются в лаборатории одновременно.

Образцы для контроля (ОК)

В качестве ОК были изготовлены и аттестованы специальные образцы. Требования к изготовлению, контролю качества, хранению изложены в ТЗ 505/532.015-2018 от 10.11.18 г. и ТЗ 505/532.014-2018 от 10.11.18 г.

Изготовление ОК для определения суммарной удельной активности альфа- и бета-излучающих изотопов в водных средах.

Материалом ОК для определения суммарной удельной активности альфа- и бета-излучающих изотопов в водных средах являлся водный раствор α -, β -радионуклидов (^{241}Am , $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$) активностью 500 Бк/см³. В качестве α -излучающего радионуклида использован изотоп америция-241, β -излучающих радионуклидов использована равновесная смесь изотопов иттрия-90 и стронция-90.

Растворы ОК готовили из образцовых радионуклидных растворов (ОРР) с активностью $1 \cdot 10^5$ Бк. Аттестованные характеристики используемых растворов указаны в сертификате калибровки № 210/0132-2019 (Приложение А). Раствор каждого радионуклида готовили разбавлением в мерных колбах объемом 200 см³.

Материал ОК был расфасован в стеклянные флаконы, снабженные радиационно-стойкой прокладкой и с герметично закрывающимися крышками. Растворы содержащие альфа- и бета-радионуклиды переносили в

стеклянные флаконы по 1 см³ каждого раствора. Объем материала во флаконе составлял 2 см³.

Каждый флакон снабжен этикеткой, на которой указаны наименование Программы МСИ, шифр ОК, объем ОК, дата изготовления.

Изготовление ОК для определения удельной активности гамма-излучающих изотопов в водных средах.

Материалом ОК являлся водным раствором γ – радионуклида (^{137}Cs , 1000 Бк/см³).

Растворы ОК готовили из образцового радионуклидного раствора (ОРР) с активностью $1 \cdot 10^5$ Бк, аттестованные характеристики указаны в Приложении А. Раствор готовили разбавлением в мерной колбе объемом 100 см³.

Материал ОК был расфасован в стеклянные флаконы, снабженные радиационно-стойкой прокладкой и герметично закрывающимися крышками. Объем материала во флаконе – 1 см³.

Каждый флакон был снабжен этикеткой, на которой указаны наименование Программы МСИ, шифр ОК, объем ОК, дата изготовления.

Однородность ОК обеспечивалась процедурой приготовления всех экземпляров из одного раствора, содержащего радионуклиды ^{241}Am , $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ или ^{137}Cs .

Прослеживаемость аттестованного значения обеспечивалась применением ОМАСН, представляющих из себя растворы, имеющие статус рабочих эталонов 1 разряда, калиброванных с помощью первичного государственного эталона ГЭТ 6-2016, а так же калиброванных мер вместимости и поверенных средств измерения. Метрологические характеристики использованных растворов соответствуют требованиям поверочной схемы для средств измерения активности радионуклидов ГОСТ 8.033-96.

Аттестованные характеристики и значения погрешностей аттестованных характеристик изложены в Протоколе метрологической аттестации образцов для контроля по определению удельной активности гамма-излучающих изотопов и суммарной удельной активности альфа- и бета-излучающих изотопов № 532/776-2019. Аттестованное значение ОК суммарной удельной активности альфа- и бета-загрязняющих изотопов составляет (1028 ± 46) Бк/дм³, что соответствует 517 Бк/дм³ суммарной удельной активности альфа-излучающих радионуклидов и 511 Бк/дм³ – бета-излучающих радионуклидов, аттестованное значение ОК удельной активности гамма-излучающих изотопов составляет (981 ± 34) Бк/дм³.

Аттестованные характеристики и значения погрешностей аттестованных характеристик изложены в Протоколе метрологической аттестации образцов для контроля по определению удельной активности гамма-излучающих радионуклидов и суммарной удельной активности альфа- и бета-излучающих радионуклидов № 532/776-2019.

Анализ методов (методик) измерений и испытаний

В перечень методик, которые были использованы при определении суммарной удельной (объемной) активности альфа- и бета-излучающих радионуклидов вошли:

- Методика измерения суммарной альфа и бета-активности водных проб с помощью альфа-бета-радиометра УМФ-2000. Подготовка проб природных вод для измерения суммарной альфа и бета-активности.
- РД 95 10392-2005 Сточные воды промышленных предприятий. Методы определения объемной активности альфа-излучающих нуклидов (радиометрическая методика).
- Альфа-радиометрия. Методика - И.ЦЗЛ.МИ.238-2016 "Альфа-излучающие нуклиды. Методика измерений активности в счетных образцах радиометрическим методом.

– Бета-радиометрия. Методика - И.ЦЗЛ.МИ.215-2016 "Стронций-90. Методика измерений активности равновесного стронция-90 в счетных образцах на радиометре РИБ-МФ-5".

– МУ 2.6.1.1981-05. Радиационный контроль и гигиеническая оценка источников питьевого водоснабжения и питьевой воды по показателям радиационной безопасности. Оптимизация защитных мероприятий источников питьевого водоснабжения с повышенным содержанием радионуклидов. Методические указания (утв. Роспотребнадзором 25.04.2005) (ред. от 04.08.2010);

– Методика измерения суммарной альфа-активности с использованием сцинтилляционного альфа-радиометра с программным обеспечением ПРОГРЕСС.

В перечень методик, используемых для определения удельной активности γ -излучающих радионуклидов в диапазоне энергий 0,2-2,8 МэВ* вошли:

– Гамма-спектрометрия. Методика - И.ЦЗЛ.МИ.214-2014 "Вещества радиоактивные. Методика измерений состава и активности радионуклидов рентгено- и гамма-спектрометрическим методом."

– Методика измерений объемной активности цезия-137 в пробах природных (пресных и минерализованных) вод гамма-спектрометрическим методом с предварительным концентрированием.

– Методика измерения активности радионуклидов с использованием сцинтилляционного гамма-спектрометра с программным обеспечением ПРОГРЕСС №40151.16397/RA.RU311243-2015

– Методика измерений на гамма-спектрометрах с использованием программного обеспечения SpectraLine.

– Методика измерений активности счетных образцов на гамма-спектрометрах МВИ 15.1.6(12).

– Методика приготовления счетных образцов из проб питьевой воды для измерения активности естественных радионуклидов (ЕРН) с использованием радиологического комплекса с программным обеспечением ПРОГРЕСС.

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).

В случае, когда есть уверенность в правильности оценки действительного значения ОК, оценка качества лабораторных измерений проводится сравнением результата лаборатории с действительным значением ОК ($A \pm \Delta_{OK}$). Для каждой лаборатории рассчитывалась величина (E_i) (ГОСТ ISO/IEC 17043-2013) по формуле:

$$E_i = \frac{\bar{X}_i - A}{\sqrt{\Delta_{\bar{X}_i}^2 + \Delta_{OK}^2}}$$

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.

Результаты расчета статистического критерия E_i при определении суммарной удельной активности альфа- и бета-излучающих радионуклидов в водных средах представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Результаты расчета статистического критерия при определении суммарной удельной активности альфа-излучающих радионуклидов.

№ в отчете	Шифр ОК	Аттестованное значение A , Бк/дм ³	Погрешность аттестованного значения ΔA , Бк/дм ³	Результат лаборатории X , Бк/дм ³	Погрешность результата лаборатории ΔX , Бк/дм ³	E_i	Итог
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	517	46	405	50	1,65	Неудовлетворительно
2	2	517	46	403	86	1,17	Неудовлетворительно
3	3	517	46	409	55	1,51	Неудовлетворительно
4	4	517	46	420	48	1,46	Неудовлетворительно
6	6	517	46	936	140	2,84	Неудовлетворительно
7	7	517	46	75,04	11,26	9,33	Неудовлетворительно
8	8	517	46	185	35	5,74	Неудовлетворительно
9	9	517	46	150	30	6,68	Неудовлетворительно
10	10	517	46	637	132	0,86	Удовлетворительно
11	11	517	46	170	35	6,00	Неудовлетворительно
12	12	517	46	168	51	5,08	Неудовлетворительно
13	13	517	46	693	144	1,16	Неудовлетворительно
14	14	517	46	160	48	5,37	Неудовлетворительно
15	15	517	46	296,7	44,5	3,44	Неудовлетворительно
16	16	517	46	29,53	14,17	10,13	Неудовлетворительно
17	17	517	46	49,46	24,23	8,99	Неудовлетворительно
18	18	517	46	653,77	313,81	0,43	Удовлетворительно
19	19	517	46	568,1	85,2	0,53	Удовлетворительно
20	20	517	46	545,2	81,8	0,30	Удовлетворительно
21	21	517	46	767,9	122,2	1,92	Неудовлетворительно
22	22	517	46	253,9	30,8	4,75	Неудовлетворительно
23	23	517	46	534	59	0,23	Удовлетворительно
24	24	517	46	410	90	1,06	Неудовлетворительно
25	25	517	46	497,31	149,19	0,13	Удовлетворительно
26	26	517	46	468,9	70,4	0,57	Удовлетворительно
27	27	517	46	510,6	76,6	0,07	Удовлетворительно
28	28	517	46	648,7	97,3	1,22	Неудовлетворительно
30	30	517	46	44,54	8,8	10,09	Неудовлетворительно
31	31	517	46	56,6	11,3	9,72	Неудовлетворительно
32	32	517	46	413,84	124,15	0,78	Удовлетворительно
33	33	517	46	435,5	174,2	0,45	Удовлетворительно
34	34	517	46	458,5	137,6	0,40	Удовлетворительно
35	35	517	46	468,8	140,6	0,33	Удовлетворительно
39	39	517	46	480	149	0,24	Удовлетворительно
43	43	517	46	333,49	19,15	3,68	Неудовлетворительно
44	44	517	46	350	130	1,21	Неудовлетворительно
45	45	517	46	330	120	1,46	Неудовлетворительно
46	46	517	46	19756	11854	1,62	Неудовлетворительно
47	47	517	46	23257	13954	1,63	Неудовлетворительно

Таблица 1 (Окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8
48	48	517	46	23926	14356	1,63	Неудовлетворительно
49	49	517	46	29321	17593	1,64	Неудовлетворительно
53	53	517	46	146	22	7,26	Неудовлетворительно
55	55	517	46	343,17	20,23	3,46	Неудовлетворительно
56	56	517	46	332,23	20,02	3,68	Неудовлетворительно
57	57	517	46	420,5	126,2	0,72	Удовлетворительно
58	58	517	46	215	49	4,49	Неудовлетворительно
59	59	517	46	62	17	9,28	Неудовлетворительно
60	60	517	46	455	48	0,93	Удовлетворительно
61	61	517	46	32,5	9,8	10,30	Неудовлетворительно
62	62	517	46	544,4	122,5	0,21	Удовлетворительно
63	63	517	46	785	184,5	1,41	Неудовлетворительно
66	66	517	46	163	24	6,821	Неудовлетворительно
67	67	517	46	314	50	2,98	Неудовлетворительно
68	68	517	46	0,83	0,2	11,22	Неудовлетворительно
69	69	517	46	470	80	0,51	Удовлетворительно
71	71	517	46	0,82	0,2	11,22	Неудовлетворительно
72	72	517	46	400	80	1,27	Неудовлетворительно
75	75	517	46	31,9	7,8	10,40	Неудовлетворительно
76	76	517	46	265	56	3,48	Неудовлетворительно
77	77	517	46	229	48	4,33	Неудовлетворительно
78	78	517	46	314	47	3,09	Неудовлетворительно
79	79	517	46	125	31	7,07	Неудовлетворительно
82	82	517	46	315	34	3,53	Неудовлетворительно
83	83	517	46	566,5	170	0,28	Удовлетворительно
87	87	517	46	322	48	2,93	Неудовлетворительно
88	88	517	46	329	49	2,80	Неудовлетворительно
89	89	517	46	327	49	2,83	Неудовлетворительно
90	90	517	46	303	45	3,33	Неудовлетворительно
91	91	517	46	400	60	1,55	Неудовлетворительно
95	95	517	46	51,97	6,02	10,02	Неудовлетворительно
96	21	517	46	726,3	109	1,77	Неудовлетворительно
97	60	517	46	454	94	0,60	Удовлетворительно
98	75	517	46	31,1	7,4	10,43	Неудовлетворительно
99	57	517	46	415,3	124,6	0,77	Удовлетворительно
100	83	517	46	541,3	162,4	0,15	Удовлетворительно
101	19	517	46	23,9	3,7	10,69	Неудовлетворительно
102	20	517	46	22,2	3,4	10,73	Неудовлетворительно
103	26	517	46	150,9	23,4	7,09	Неудовлетворительно
104	27	517	46	161,1	25	6,80	Неудовлетворительно
105	28	517	46	10,4	1,6	11,01	Неудовлетворительно
106	20	517	46	492,4	3,6	0,53	Удовлетворительно
107		517	46	328	60	2,50	Неудовлетворительно
108	95	517	46	52,22	6,35	10,01	Неудовлетворительно

Таблица 2 – Результаты расчета статистического критерия при определении суммарной удельной активности бета-излучающих радионуклидов

№ в отчете	Шифр ОК	Аттестованное значение A , Бк/дм ³	Погрешность аттестованного значения ΔA , Бк/дм ³	Результат лаборатории X , Бк/дм ³	Погрешность результата лаборатории ΔX , Бк/дм ³	E_i	Итог
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	511	46	486,2	48	0,37	Удовлетворительно
4	4	511	46	490,6	48	0,31	Удовлетворительно
6	6	511	46	84	13	8,93	Неудовлетворительно
7	7	511	46	336,8	34,1	3,04	Неудовлетворительно
8	8	511	46	400	80	1,20	Неудовлетворительно
9	9	511	46	370	70	1,68	Неудовлетворительно
10	10	511	46	286	62	2,91	Неудовлетворительно
11	11	511	46	330	70	2,16	Неудовлетворительно
12	12	511	46	283	85	2,36	Неудовлетворительно
13	13	511	46	266	56	3,38	Неудовлетворительно
14	14	511	46	284	86	2,33	Неудовлетворительно
15	15	511	46	295,5	29,5	3,94	Неудовлетворительно
16	16	511	46	500,7	245,34	0,04	Удовлетворительно
17	17	511	46	1338,33	655,78	1,26	Неудовлетворительно
18	18	511	46	4103	2010,47	1,77	Неудовлетворительно
19	19	511	46	491,3	49,2	0,30	Удовлетворительно
20	20	511	46	483,5	48,4	0,42	Удовлетворительно
21	21	511	46	442,4	70	0,82	Удовлетворительно
22	22	511	46	374,2	39,5	2,26	Неудовлетворительно
23	23	511	46	93	10	8,88	Неудовлетворительно
24	24	511	46	350	110	1,35	Неудовлетворительно
25	25	511	46	285,71	85,71	2,32	Неудовлетворительно
26	26	511	46	414,3	41,4	1,56	Неудовлетворительно
27	27	511	46	468,3	46,8	0,65	Удовлетворительно
28	28	511	46	564,7	56,5	0,74	Удовлетворительно
30	30	511	46	216	43,4	4,66	Неудовлетворительно
31	31	511	46	203	43,9	4,84	Неудовлетворительно
32	32	511	46	305,36	91,61	2,01	Неудовлетворительно
33	33	511	46	361	144,4	0,99	Удовлетворительно
34	34	511	46	298,2	89,5	2,11	Неудовлетворительно
35	35	511	46	326,6	98	1,70	Неудовлетворительно
39	39	511	46	301	90,3	2,07	Неудовлетворительно
43	43	511	46	22,61	1,18	10,61	Неудовлетворительно
44	44	511	46	340	100	1,55	Неудовлетворительно
45	45	511	46	350	110	1,35	Неудовлетворительно
46	46	511	46	85740	12861	6,63	Неудовлетворительно
47	47	511	46	80200	12030	6,62	Неудовлетворительно
48	48	511	46	46930	7040	6,59	Неудовлетворительно
49	49	511	46	110430	16565	6,64	Неудовлетворительно

Таблица 2 (Окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8
50	50	511	46	121	30	7,10	Неудовлетворительно
51	51	511	46	77	21	8,58	Неудовлетворительно
52	52	511	46	119	30	7,14	Неудовлетворительно
53	53	511	46	272	52	3,44	Неудовлетворительно
55	55	511	46	19,61	1,04	10,68	Неудовлетворительно
56	56	511	46	12,8	0,68	10,83	Неудовлетворительно
57	57	511	46	428,8	128,6	0,60	Удовлетворительно
58	58	511	46	268	64	3,08	Неудовлетворительно
59	59	511	46	189	46	4,95	Неудовлетворительно
60	60	511	46	447	97	0,60	Удовлетворительно
61	61	511	46	19,3	5,8	10,61	Неудовлетворительно
62	62	511	46	490,8	97,4	0,19	Удовлетворительно
63	63	511	46	292,6	59,9	2,89	Неудовлетворительно
66	66	511	46	297	57	2,92	Неудовлетворительно
67	67	511	46	239	38	4,56	Неудовлетворительно
68	68	511	46	1,04	0,16	11,09	Неудовлетворительно
69	69	511	46	380	70	1,56	Неудовлетворительно
71	71	511	46	1,02	0,16	11,09	Неудовлетворительно
72	72	511	46	510	107	0,01	Удовлетворительно
75	75	511	46	179	39,9	5,45	Неудовлетворительно
76	76	511	46	358	73	1,77	Неудовлетворительно
77	77	511	46	324	65	2,35	Неудовлетворительно
78	78	511	46	500	75	0,13	Удовлетворительно
79	79	511	46	310	76	2,26	Неудовлетворительно
82	82	511	46	71	21	8,70	Неудовлетворительно
83	83	511	46	476,6	143	0,23	Удовлетворительно
87	87	511	46	501	75	0,11	Удовлетворительно
88	88	511	46	502	75	0,10	Удовлетворительно
89	89	511	46	509	76	0,03	Удовлетворительно
90	90	511	46	560	110	0,41	Удовлетворительно
91	91	511	46	580	110	0,58	Удовлетворительно
95	95	511	46	379,8	40,6	2,14	Неудовлетворительно
96	75	511	46	168	37,3	5,79	Неудовлетворительно
97	57	511	46	385,7	115,7	1,01	Удовлетворительно
98	83	511	46	450,4	135,1	0,42	Удовлетворительно
99	46	511	46	77890	11684	6,62	Неудовлетворительно
100	46	511	46	72520	10878	6,62	Неудовлетворительно
101	47	511	46	74410	11162	6,62	Неудовлетворительно
102	47	511	46	69490	10424	6,62	Неудовлетворительно
103	48	511	46	43585	6538	6,59	Неудовлетворительно
104	48	511	46	35156	5273	6,57	Неудовлетворительно
105	49	511	46	100510	15077	6,63	Неудовлетворительно
106	49	511	46	106420	15963	6,63	Неудовлетворительно
107	20	511	46	299,6	5,5	4,56	Неудовлетворительно
108	10	511	46	213	65	3,74	Неудовлетворительно
109	95	511	46	373,9	40,6	2,23	Неудовлетворительно

На рисунках представлены диаграммы, являющиеся графическим отображением оценки результата лаборатории по статистическому критерию.

На диаграммах каждый результат представлен с указанием границ погрешности измерения, указанной лабораторией.

Центральной линией на диаграммах обозначено аттестованное значение ОК, интервал ограниченный красными линиями – границы погрешности аттестованного значения ОК.

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.

На основании полученных данных показано, что в пробах №№ 6, 10, 13, 63 неверно определены суммарные удельные активности всех радионуклидов, однако при суммировании полученных результатов показано, что определение удельной суммарной активности альфа- и бета-излучающих радионуклидов, так как это предполагалось при изготовлении ОК и при проведении аттестации ОК, было определено достаточно точно и имеет значение 1023, 923, 959 и 1077,6 Бк/дм³ при значении аттестованного значения 1028 Бк/дм³.

Измерения суммарной удельной активности альфа- и бета-излучающих радионуклидов было проведено одним участником и результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты определения статистического критерия при определении суммарной удельной активности альфа- и бета-излучающих радионуклидов.

Шифр ОК	Аттестованное значение A , Бк/дм ³	Погрешность аттестованного значения ΔA , Бк/дм ³	Результат лаборатории X , Бк/дм ³	Погрешность результата лаборатории ΔX , Бк/дм ³	E_i	Итог
64	1028	46	1100	401	0,18	Удовлетворительно
65	1028	46	1260	450	0,51	Удовлетворительно

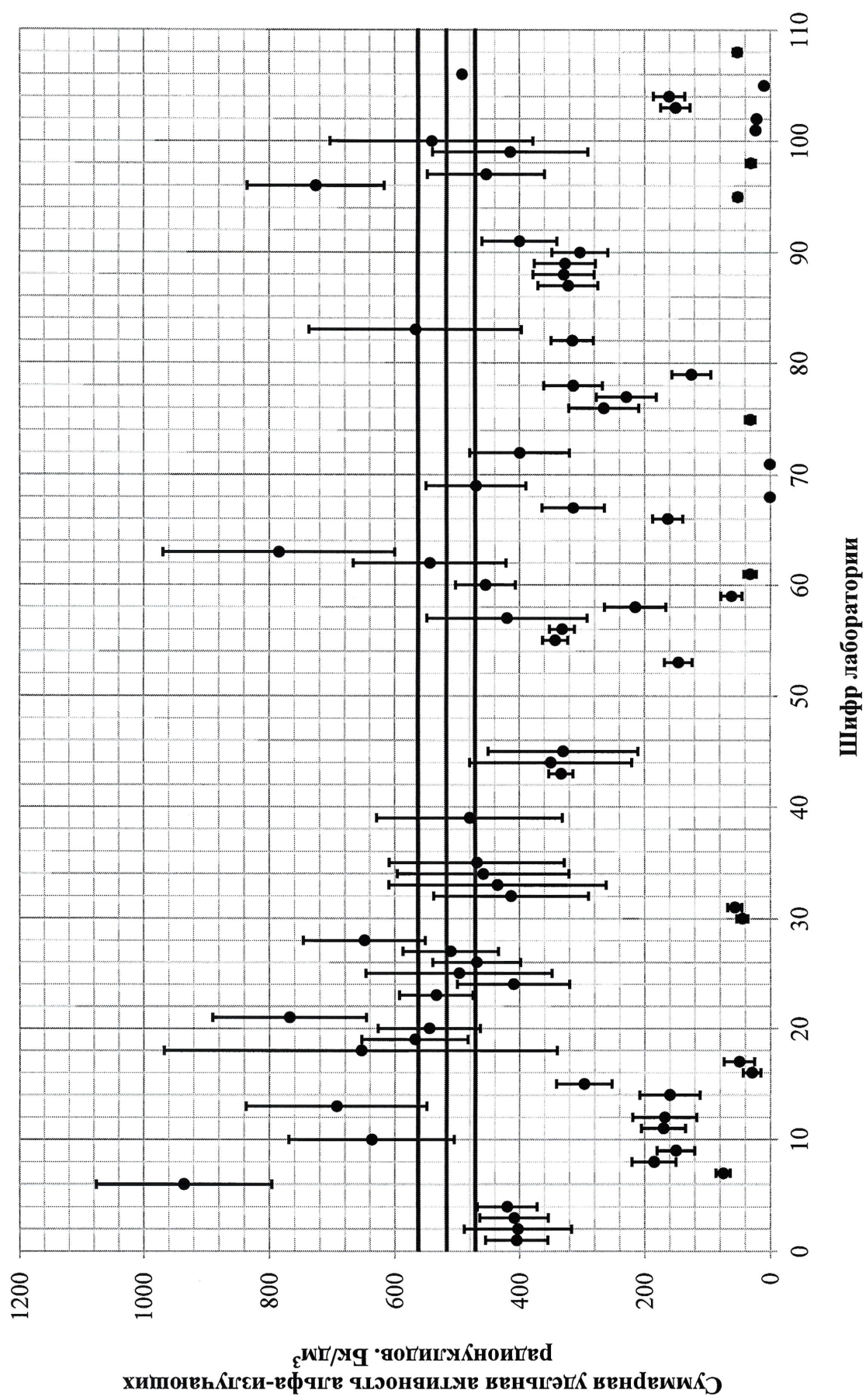


Рис. 1. Результаты определения суммарной удельной активности альфа-излучающих радионуклидов в водных средах.

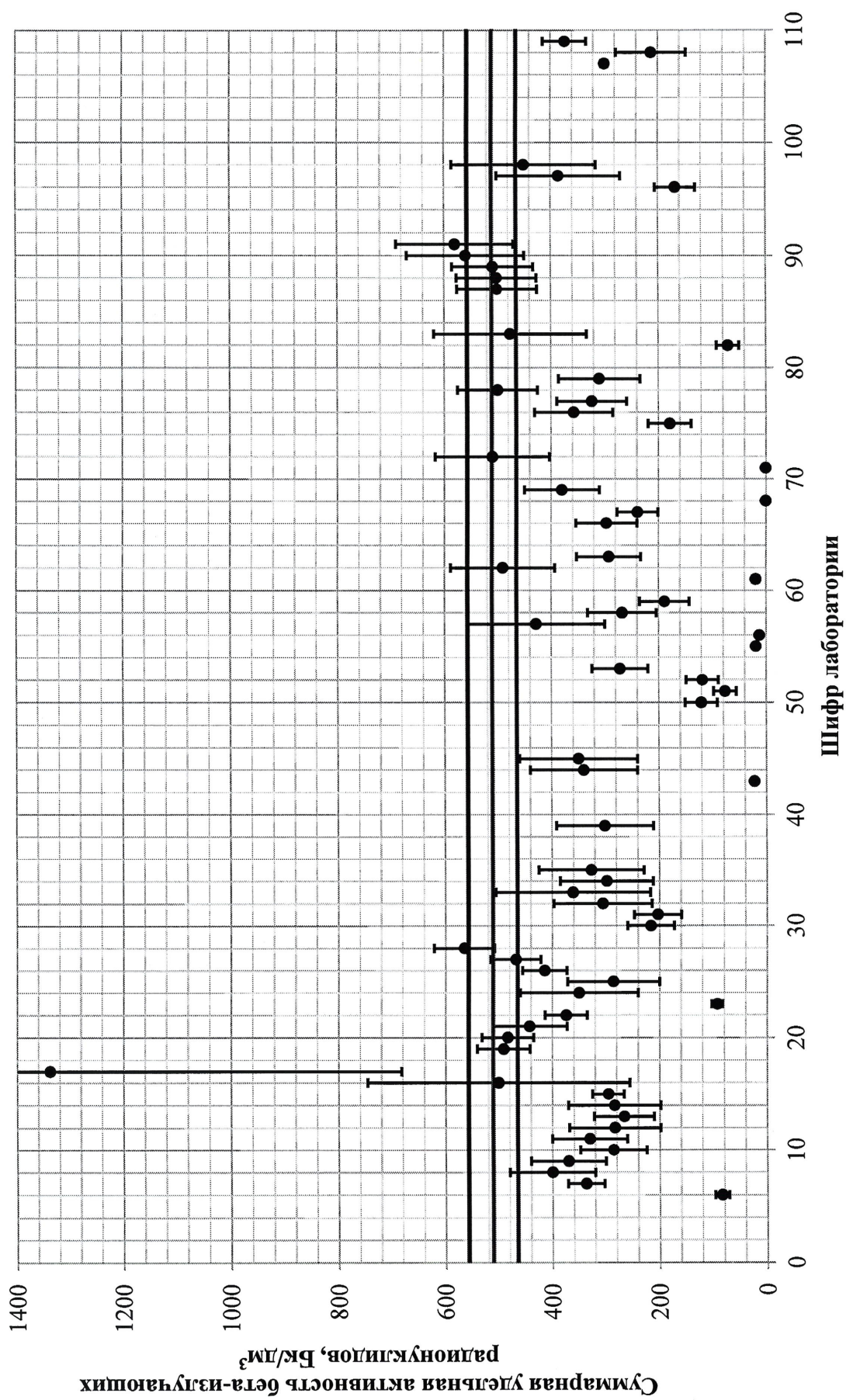


Рис. 2. Результаты определения суммарной удельной активности бета-излучающих радионуклидов в водных средах.

В пробах №№ 1, 4, 72, 87, 88, 89, 90, 91 удовлетворительно определена суммарная удельная активность бета-излучающих радионуклидов при незначительном занижении значения суммарной удельной активности альфа-излучающих радионуклидов.

В пробах №№ 10, 23, 25, 26, 32, 33, 34, 39, 69 правильно определена суммарная удельная активность альфа-излучающих радионуклидов при заниженном значении суммарной удельной активности бета-излучающих радионуклидов.

В пробах №№ 19, 20, 27, 33, 57, 60, правильно определены значения суммарной удельной активности альфа-излучающих радионуклидов и бета-излучающих радионуклидов.

В остальных случаях преобладает тенденция к занижению результатов по определению суммарной удельной активности как альфа-излучающих радионуклидов, так и бета-излучающих радионуклидов.

Результаты расчета статистического критерия при определении удельной активности гамма-излучающих радионуклидов представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Значение статистического критерия при определении удельной активности гамма-излучающих радионуклидов

№ в отчете	Шифр ОК	Аттестованное значение A , Бк/дм ³	Погрешность аттестованного значения ΔA , Бк/дм ³	Результат лаборатории X , Бк/дм ³	Погрешность результата лаборатории ΔX , Бк/дм ³	E_i	Итог
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	981	34	750	120	1,85	Неудовлетворительно
2	2	981	34	986,2	295,9	0,02	Удовлетворительно
3	3	981	34	787	118	1,58	Неудовлетворительно
4	4	981	34	877	130	0,77	Удовлетворительно
5	5	981	34	786	31,4	4,21	Неудовлетворительно
6	6	981	34	937	93	0,44	Удовлетворительно
7	7	981	34	911,21	437,38	0,16	Удовлетворительно
9	9	981	34	1780	450	1,77	Неудовлетворительно
11	11	981	34	750	112	1,97	Неудовлетворительно
12	12	981	34	960	190	0,10	Удовлетворительно
13	13	981	34	940	100	0,39	Удовлетворительно
14	14	981	34	951	45	0,53	Удовлетворительно

Таблица 4 (Продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8
15	15	981	34	932	46	0,86	Удовлетворительно
16	16	981	34	881,3	93,8	1,00	Удовлетворительно
17	17	981	34	932	46	0,86	Удовлетворительно
18	18	981	34	933	46	0,84	Удовлетворительно
19	19	981	34	863	94	1,18	Неудовлетворительно
20	20	981	34	2000	500	2,03	Неудовлетворительно
21	21	981	34	970	100	0,10	Удовлетворительно
22	22	981	34	830	140	1,05	Неудовлетворительно
23	23	981	34	949,9	99,3	0,30	Удовлетворительно
24	24	981	34	880	210	0,47	Удовлетворительно
25	25	981	34	681,82	327,27	0,91	Удовлетворительно
26	26	981	34	946	91	0,36	Удовлетворительно
27	27	981	34	896	90	0,88	Удовлетворительно
28	28	981	34	832,6	90,3	1,54	Неудовлетворительно
29	29	981	34	927	54	0,85	Удовлетворительно
30	30	981	34	981,8	121,8	0,01	Удовлетворительно
31	31	981	34	986,6	296	0,02	Удовлетворительно
32	32	981	34	930	230	0,22	Удовлетворительно
33	33	981	34	688,1	152,8	1,87	Удовлетворительно
34	34	981	34	905	254	0,30	Удовлетворительно
35	35	981	34	984	246	0,01	Удовлетворительно
36	36	981	34	878,1	263,4	0,39	Удовлетворительно
37	37	981	34	730	110	2,18	Неудовлетворительно
38	38	981	34	1003,8	301,1	0,08	Удовлетворительно
39	39	981	34	992	99	0,11	Удовлетворительно
40	40	981	34	955	382	0,07	Удовлетворительно
42	42	981	34	930	93	0,52	Удовлетворительно
43	43	981	34	1150	104	1,54	Неудовлетворительно
44	44	981	34	800	130	1,35	Неудовлетворительно
46	46	981	34	1034	279	0,19	Удовлетворительно
47	47	981	34	1200	132	1,61	Неудовлетворительно
48	48	981	34	945	95	0,36	Удовлетворительно
50	50	981	34	1060	70	1,02	Неудовлетворительно
51	51	981	34	887,5	266,25	0,32	Удовлетворительно
52	52	981	34	988	267	0,03	Удовлетворительно
54	54	981	34	604,8	137,9	2,65	Неудовлетворительно
55	55	981	34	1320	150	2,20	Неудовлетворительно
58	58	981	34	940,2	210,6	0,19	Удовлетворительно
60	60	981	34	856,9	92,7	1,26	Неудовлетворительно
61	61	981	34	1400	160	2,56	Неудовлетворительно
62	62	981	34	1380	160	2,44	Неудовлетворительно
63	63	981	34	851	170	0,75	Удовлетворительно
65	65	981	34	658,9	148,9	2,11	Неудовлетворительно
66	66	981	34	899,6	201,5	0,40	Удовлетворительно
67	67	981	34	1167	233,4	0,79	Удовлетворительно
68	68	981	34	1077	215,4	0,44	Удовлетворительно
75	75	981	34	1000	250	0,08	Удовлетворительно

Таблица 4 (Окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8
76	76	981	34	965,2	101,8	0,15	Удовлетворительно
77	47	981	34	1040	239	0,24	Удовлетворительно
78	29	981	34	910	97	0,69	Удовлетворительно
79	54	981	34	528,8	135,2	3,24	Удовлетворительно
80	58	981	34	881,5	224,9	0,44	Удовлетворительно
81	65	981	34	603,6	154,1	2,39	Неудовлетворительно
82	66	981	34	860,5	219,6	0,54	Удовлетворительно
83	40	981	34	996	398	0,04	Удовлетворительно
84	40	981	34	946	378	0,09	Удовлетворительно
85	40	981	34	1026	410	0,11	Удовлетворительно
86	67	981	34	1143,7	228,7	0,70	Удовлетворительно
87	68	981	34	936,8	184,7	0,24	Удовлетворительно
88	38	981	34	1018,4	305,5	0,12	Удовлетворительно
89	31	981	34	987,2	296,2	0,02	Удовлетворительно
90	2	981	34	998,6	299,6	0,06	Удовлетворительно
91	52	981	34	1112	300	0,43	Удовлетворительно
92	46	981	34	1159	313	0,57	Удовлетворительно
93	14	981	34	1020	70	0,50	Удовлетворительно
94	17	981	34	1000	70	0,24	Удовлетворительно
95	76	981	34	973	103	0,07	Удовлетворительно
96	60	981	34	835,5	89,1	1,53	Неудовлетворительно
97	60	981	34	874,1	96,2	1,05	Неудовлетворительно
98	76	981	34	960,6	105,7	0,18	Удовлетворительно

Из представленных результатов видно, что неудовлетворительными по статистическому критерию признаны двадцать три результата из девяноста двух, что составляет 25 % от общего числа представленных результатов. Из них четырнадцать (15 %) имеют заниженное значение, остальные завышены.

На рисунке 3 представлена диаграмма результатов участников МСИ по определению удельной активности гамма-излучающих радионуклидов.

На диаграммах каждый результат участника представлен с указанием границ погрешности измерения, указанной лабораторией.

Центральной линией на диаграммах обозначено аттестованное значение ОК, интервал ограниченный красными линиями – границы погрешности аттестованного значения ОК.

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.

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

$$Z=(X-A)/\sigma(\Delta_d),$$

где X – результат измерений;

A – аттестованное значение ОК для определяемого показателя;

$\sigma(\Delta_d)$ – среднее квадратическое отклонение погрешности, установленной для методики измерений, равное $\Delta/1,96$ (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;

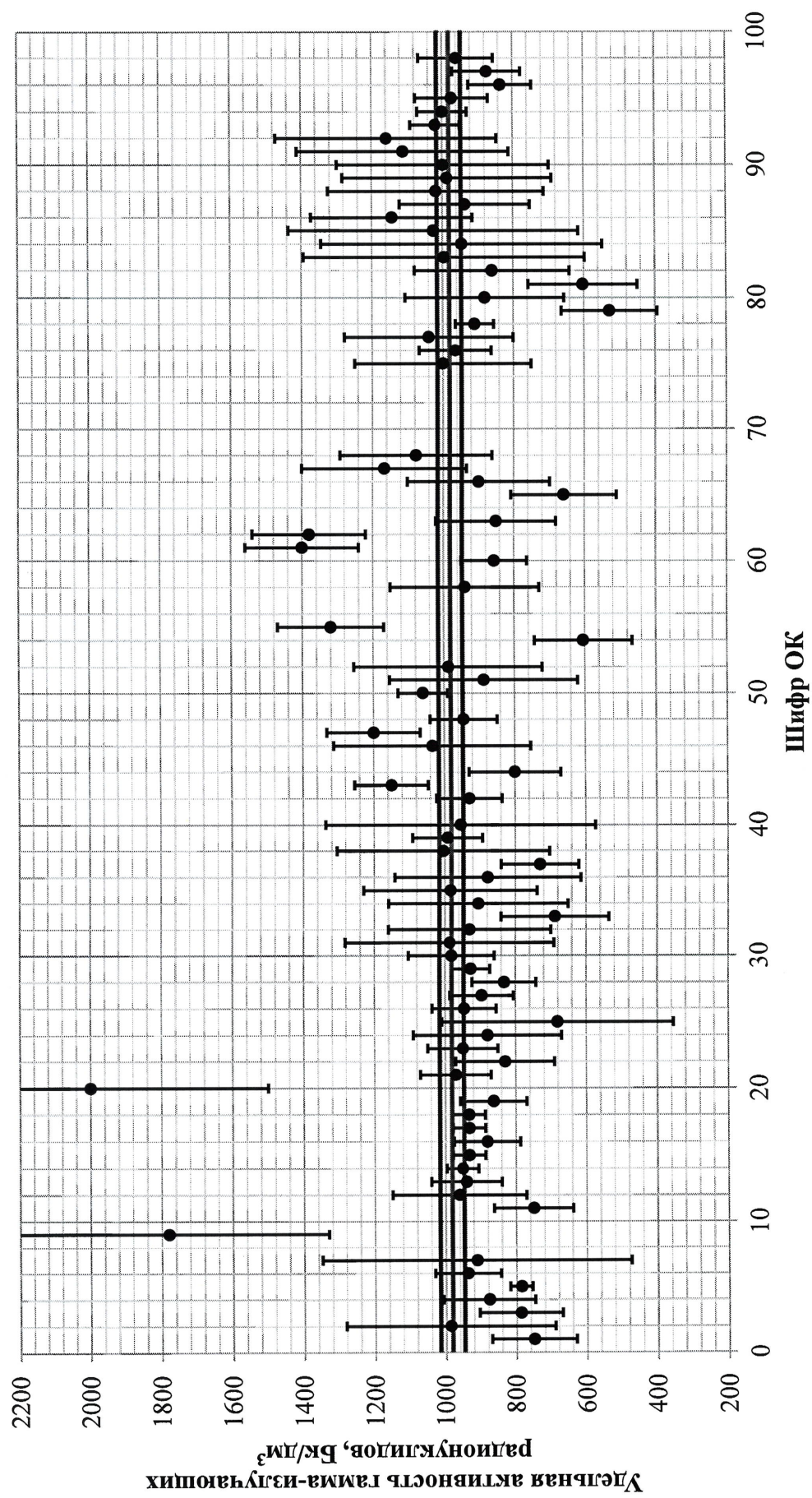


Рис. 3. Результаты определения удельной активности гамма-излучающих радионуклидов в водных средах.

– 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 при определении суммарной удельной (объемной) активности альфа- и бета-излучающих изотопов и удельной (объемной) активности гамма-излучающих изотопов в водных средах представлены в таблицах 5 – 8.

Таблица 5 – Результаты расчета Z-индекса при определении суммарной удельной активности альфа-излучающих изотопов.

№ в отчете	Шифр ОК	Аттестованное значение A , Бк/дм ³	Погрешность аттестованного значения ΔA , Бк/дм ³	Результат лаборатории X , Бк/дм ³	Погрешность результата лаборатории ΔX , Бк/дм ³	Z-индекс	Итог
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	517	46	405	50	4,39	Неудовлетворительно
2	2	517	46	403	86	2,60	Сомнительное
3	3	517	46	409	55	3,85	Неудовлетворительно
4	4	517	46	420	48	3,96	Неудовлетворительно
6	6	517	46	936	140	5,87	Неудовлетворительно
7	7	517	46	75,04	11,26	76,93	Неудовлетворительно
8	8	517	46	185	35	18,59	Неудовлетворительно
9	9	517	46	150	30	23,98	Неудовлетворительно
10	10	517	46	637	132	1,78	Удовлетворительно
11	11	517	46	170	35	19,43	Неудовлетворительно
12	12	517	46	168	51	13,41	Неудовлетворительно
13	13	517	46	693	144	2,40	Сомнительное
14	14	517	46	160	48	14,58	Неудовлетворительно
15	15	517	46	296,7	44,5	9,70	Неудовлетворительно
16	16	517	46	29,53	14,17	67,43	Неудовлетворительно
17	17	517	46	49,46	24,23	37,82	Неудовлетворительно
18	18	517	46	653,77	313,81	0,85	Удовлетворительно
19	19	517	46	568,1	85,2	1,18	Удовлетворительно
20	20	517	46	545,2	81,8	0,68	Удовлетворительно
21	21	517	46	767,9	122,2	4,02	Неудовлетворительно
22	22	517	46	253,9	30,8	16,74	Неудовлетворительно
23	23	517	46	534	59	0,56	Удовлетворительно
24	24	517	46	410	90	2,33	Сомнительное
25	25	517	46	497,31	149,19	0,26	Удовлетворительно
26	26	517	46	468,9	70,4	1,34	Удовлетворительно
27	27	517	46	510,6	76,6	0,16	Удовлетворительно

Таблица 5 (Продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8
28	28	517	46	648,7	97,3	2,65	Сомнительное
30	30	517	46	44,54	8,8	105	Неудовлетворительно
31	31	517	46	56,6	11,3	79,86	Неудовлетворительно
32	32	517	46	413,84	124,15	1,63	Удовлетворительно
33	33	517	46	435,5	174,2	0,92	Удовлетворительно
34	34	517	46	458,5	137,6	0,83	Удовлетворительно
35	35	517	46	468,8	140,6	0,67	Удовлетворительно
39	39	517	46	480	149	0,49	Удовлетворительно
43	43	517	46	333,49	19,15	18,78	Неудовлетворительно
44	44	517	46	350	130	2,52	Сомнительное
45	45	517	46	330	120	3,05	Неудовлетворительно
46	46	517	46	19756	11854	3,18	Неудовлетворительно
47	47	517	46	23257	13954	3,19	Неудовлетворительно
48	48	517	46	23926	14356	3,20	Неудовлетворительно
49	49	517	46	29321	17593	3,21	Неудовлетворительно
53	53	517	46	146	22	33,05	Неудовлетворительно
55	55	517	46	343,17	20,23	16,84	Неудовлетворительно
56	56	517	46	332,23	20,02	18,09	Неудовлетворительно
57	57	517	46	420,5	126,2	1,50	Удовлетворительно
58	58	517	46	215	49	12,08	Неудовлетворительно
59	59	517	46	62	17	52,46	Неудовлетворительно
60	60	517	46	455	48	2,53	Сомнительное
61	61	517	46	32,5	9,8	96,9	Неудовлетворительно
62	62	517	46	544,4	122,5	0,45	Удовлетворительно
63	63	517	46	785	184,5	2,85	Сомнительное
66	66	517	46	163	24	28,91	Неудовлетворительно
67	67	517	46	314	50	7,96	Неудовлетворительно
68	68	517	46	0,83	0,2	5058	Неудовлетворительно
69	69	517	46	470	80	1,15	Удовлетворительно
71	71	517	46	0,82	0,2	5059	Неудовлетворительно
72	72	517	46	400	80	2,87	Сомнительное
75	75	517	46	31,9	7,8	122	Неудовлетворительно
76	76	517	46	265	56	8,82	Неудовлетворительно
77	77	517	46	229	48	11,76	Неудовлетворительно
78	78	517	46	314	47	8,47	Неудовлетворительно
79	79	517	46	125	31	24,78	Неудовлетворительно
82	82	517	46	315	34	11,64	Неудовлетворительно
83	83	517	46	566,5	170	0,57	Удовлетворительно
87	87	517	46	322	48	7,96	Неудовлетворительно
88	88	517	46	329	49	7,52	Неудовлетворительно
89	89	517	46	327	49	7,60	Неудовлетворительно
90	90	517	46	303	45	9,32	Неудовлетворительно
91	91	517	46	400	60	3,82	Неудовлетворительно
95	95	517	46	51,97	6,02	151	Неудовлетворительно
96	21	517	46	726,3	109	3,76	Неудовлетворительно
97	60	517	46	454	94	1,31	Удовлетворительно
98	75	517	46	31,1	7,4	129	Неудовлетворительно
99	57	517	46	415,3	124,6	1,60	Удовлетворительно

Таблица 5 (Окончание)

100	83	517	46	541,3	162,4	0,29	Удовлетворительно
101	19	517	46	23,9	3,7	261	Неудовлетворительно
102	20	517	46	22,2	3,4	285	Неудовлетворительно
103	26	517	46	150,9	23,4	30,66	Неудовлетворительно
104	27	517	46	161,1	25	27,90	Неудовлетворительно
105	28	517	46	10,4	1,6	621	Неудовлетворительно
106	20	517	46	492,4	3,6	13,39	Неудовлетворительно
107		517	46	328	60	6,17	Неудовлетворительно
108	95	517	46	52,22	6,35	143	Неудовлетворительно

По приведенным результатам видно, что значения Z-индекса коррелируются со значениями статистического критерия (таблица 1), однако для измерений, имеющих значение статистического критерия от 1,00 до 1,40 значения Z-индекса меньше 3,0, что характеризует данные измерения как сомнительные, требующие дополнительной проверки.

Так же по результатам анализа выявлено, что результат измерения пробы № 20 (№ в отчете 106) является удовлетворительным по статистическому критерию ($E = 0,53$) и категорически неудовлетворительным по Z-индексу ($Z = 13,39$), вследствие чрезвычайно низкого значения величины погрешности измерения, которая составляет менее 1 %.

Результаты расчета Z-индекса при определении суммарной удельной активности бета-излучающих радионуклидов приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты расчета Z-индекса при определении суммарной удельной активности бета-излучающих радионуклидов

№ в отчете	Шифр ОК	Аттестованное значение A , Бк/дм ³	Погрешность аттестованного значения ΔA , Бк/дм ³	Результат лаборатории X , Бк/дм ³	Погрешность результата лаборатории ΔX , Бк/дм ³	Z-индекс	Итог
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	511	46	486,2	48	1,01	Удовлетворительно
4	4	511	46	490,6	48	0,83	Удовлетворительно
6	6	511	46	84	13	64,38	Неудовлетворительно
7	7	511	46	336,8	34,1	10,01	Неудовлетворительно
8	8	511	46	400	80	2,72	Сомнительно

Таблица 6 (Продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8
9	9	511	46	370	70	3,95	Неудовлетворительно
10	10	511	46	286	62	7,11	Неудовлетворительно
11	11	511	46	330	70	5,07	Неудовлетворительно
12	12	511	46	283	85	5,26	Неудовлетворительно
13	13	511	46	266	56	8,58	Неудовлетворительно
14	14	511	46	284	86	5,17	Неудовлетворительно
15	15	511	46	295,5	29,5	14,32	Неудовлетворительно
16	16	511	46	500,7	245,34	0,08	Удовлетворительно
17	17	511	46	1338,33	655,78	2,47	Сомнительно
18	18	511	46	4103	2010,47	3,50	Неудовлетворительно
19	19	511	46	491,3	49,2	0,78	Удовлетворительно
20	20	511	46	483,5	48,4	1,11	Удовлетворительно
21	21	511	46	442,4	70	1,92	Удовлетворительно
22	22	511	46	374,2	39,5	6,79	Неудовлетворительно
23	23	511	46	93	10	81,93	Неудовлетворительно
24	24	511	46	350	110	2,87	Сомнительно
25	25	511	46	285,71	85,71	5,15	Неудовлетворительно
26	26	511	46	414,3	41,4	4,58	Неудовлетворительно
27	27	511	46	468,3	46,8	1,79	Удовлетворительно
28	28	511	46	564,7	56,5	1,86	Удовлетворительно
30	30	511	46	216	43,4	13,32	Неудовлетворительно
31	31	511	46	203	43,9	13,75	Неудовлетворительно
32	32	511	46	305,36	91,61	4,40	Неудовлетворительно
33	33	511	46	361	144,4	2,04	Сомнительно
34	34	511	46	298,2	89,5	4,66	Неудовлетворительно
35	35	511	46	326,6	98	3,69	Неудовлетворительно
39	39	511	46	301	90,3	4,56	Неудовлетворительно
43	43	511	46	22,61	1,18	811	Неудовлетворительно
44	44	511	46	340	100	3,35	Неудовлетворительно
45	45	511	46	350	110	2,89	Сомнительно
46	46	511	46	85740	12861	12,99	Неудовлетворительно
47	47	511	46	80200	12030	12,98	Неудовлетворительно
48	48	511	46	46930	7040	12,92	Неудовлетворительно
49	49	511	46	110430	16565	13,01	Неудовлетворительно
50	50	511	46	121	30	25,48	Неудовлетворительно
51	51	511	46	77	21	40,51	Неудовлетворительно
52	52	511	46	119	30	25,61	Неудовлетворительно
53	53	511	46	272	52	9,01	Неудовлетворительно
55	55	511	46	19,61	1,04	926	Неудовлетворительно
56	56	511	46	12,8	0,68	1436	Неудовлетворительно
57	57	511	46	428,8	128,6	1,25	Удовлетворительно
58	58	511	46	268	64	7,44	Неудовлетворительно
59	59	511	46	189	46	13,72	Неудовлетворительно
60	60	511	46	447	97	1,29	Удовлетворительно
61	61	511	46	19,3	5,8	166	Неудовлетворительно
62	62	511	46	490,8	97,4	0,41	Удовлетворительно
63	63	511	46	292,6	59,9	7,15	Неудовлетворительно
66	66	511	46	297	57	7,36	Неудовлетворительно

Таблица 6 (Окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8
67	67	511	46	239	38	14,03	Неудовлетворительно
68	68	511	46	1,04	0,16	6247	Неудовлетворительно
69	69	511	46	380	70	3,67	Неудовлетворительно
71	71	511	46	1,02	0,16	6247	Неудовлетворительно
72	72	511	46	510	107	0,02	Удовлетворительно
75	75	511	46	179	39,9	16,31	Неудовлетворительно
76	76	511	46	358	73	4,11	Неудовлетворительно
77	77	511	46	324	65	5,64	Неудовлетворительно
78	78	511	46	500	75	0,28	Удовлетворительно
79	79	511	46	310	76	5,18	Неудовлетворительно
82	82	511	46	71	21	41,07	Неудовлетворительно
83	83	511	46	476,6	143	0,47	Удовлетворительно
87	87	511	46	501	75	0,26	Удовлетворительно
88	88	511	46	502	75	0,24	Удовлетворительно
89	89	511	46	509	76	0,05	Удовлетворительно
90	90	511	46	560	110	0,87	Удовлетворительно
91	91	511	46	580	110	1,23	Удовлетворительно
95	95	511	46	379,8	40,6	6,33	Неудовлетворительно
96	75	511	46	168	37,3	18,02	Неудовлетворительно
97	57	511	46	385,7	115,7	2,12	Сомнительно
98	83	511	46	450,4	135,1	0,88	Удовлетворительно
99	46	511	46	77890	11684	12,98	Неудовлетворительно
100	46	511	46	72520	10878	12,97	Неудовлетворительно
101	47	511	46	74410	11162	12,98	Неудовлетворительно
102	47	511	46	69490	10424	12,97	Неудовлетворительно
103	48	511	46	43585	6538	12,91	Неудовлетворительно
104	48	511	46	35156	5273	12,88	Неудовлетворительно
105	49	511	46	100510	15077	13,00	Неудовлетворительно
106	49	511	46	106420	15963	13,00	Неудовлетворительно
107	20	511	46	299,6	5,5	75,34	Неудовлетворительно
108	10	511	46	213	65	8,99	Неудовлетворительно
109	95	511	46	373,9	40,6	6,62	Неудовлетворительно

В данном случае также как и при определении суммарной удельной активности альфа-излучающих радионуклидов очевидна корреляция значений Z-индекса со значением статистического критерия. Так же как и в предыдущем случае в категорию сомнительных из неудовлетворительных перешли измерения со значением статистического критерия от 1,0 до 1,4.

Результаты расчета Z-индекса при определении суммарной удельной активности альфа- и бета-излучающих радионуклидов представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Результаты определения Z-индекса при определении суммарной удельной активности альфа- и бета-излучающих радионуклидов.

Шифр ОК	Аттестованное значение A , Бк/дм ³	Погрешность аттестованного значения ΔA , Бк/дм ³	Результат лаборатории X , Бк/дм ³	Погрешность результата лаборатории ΔX , Бк/дм ³	Z-индекс	Итог
64	1028	46	1100	401	0,35	Удовлетворительно
65	1028	46	1260	450	1,01	Удовлетворительно

Результаты расчета Z-индекса при определении удельной активности гамма-излучающих радионуклидов приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Значение Z-индекса при определении удельной активности гамма-излучающих радионуклидов

№ в отчете	Шифр ОК	Аттестованное значение A , Бк/дм ³	Погрешность аттестованного значения ΔA , Бк/дм ³	Результат лаборатории X , Бк/дм ³	Погрешность результата лаборатории ΔX , Бк/дм ³	Z-индекс	Итог
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	981	34	750	120	3,77	Неудовлетворительно
2	2	981	34	986,2	295,9	0,03	Удовлетворительно
3	3	981	34	787	118	3,22	Неудовлетворительно
4	4	981	34	877	130	1,57	Удовлетворительно
5	5	981	34	786	31,4	12,17	Неудовлетворительно
6	6	981	34	937	93	0,93	Удовлетворительно
7	7	981	34	911,21	437,38	0,31	Удовлетворительно
9	9	981	34	1780	450	3,48	Неудовлетворительно
11	11	981	34	750	112	4,04	Неудовлетворительно
12	12	981	34	960	190	0,22	Удовлетворительно
13	13	981	34	940	100	0,80	Удовлетворительно
14	14	981	34	951	45	1,31	Удовлетворительно
15	15	981	34	932	46	2,09	Сомнительно
16	16	981	34	881,3	93,8	2,08	Сомнительно
17	17	981	34	932	46	2,09	Сомнительно
18	18	981	34	933	46	2,05	Сомнительно
19	19	981	34	863	94	2,46	Сомнительно
20	20	981	34	2000	500	3,99	Неудовлетворительно
21	21	981	34	970	100	0,22	Удовлетворительно
22	22	981	34	830	140	2,11	Сомнительно
23	23	981	34	949,9	99,3	0,61	Удовлетворительно
24	24	981	34	880	210	0,94	Удовлетворительно
25	25	981	34	681,82	327,27	1,79	Удовлетворительно
26	26	981	34	946	91	0,75	Удовлетворительно
27	27	981	34	896	90	1,85	Удовлетворительно

Таблица 8 (Продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8
28	28	981	34	832,6	90,3	3,22	Неудовлетворительно
29	29	981	34	927	54	1,96	Удовлетворительно
30	30	981	34	981,8	121,8	0,01	Удовлетворительно
31	31	981	34	986,6	296	0,04	Удовлетворительно
32	32	981	34	930	230	0,43	Удовлетворительно
33	33	981	34	688,1	152,8	3,76	Удовлетворительно
34	34	981	34	905	254	0,59	Удовлетворительно
35	35	981	34	984	246	0,02	Удовлетворительно
36	36	981	34	878,1	263,4	0,77	Удовлетворительно
37	37	981	34	730	110	4,47	Неудовлетворительно
38	38	981	34	1003,8	301,1	0,15	Удовлетворительно
39	39	981	34	992	99	0,22	Удовлетворительно
40	40	981	34	955	382	0,13	Удовлетворительно
42	42	981	34	930	93	1,07	Удовлетворительно
43	43	981	34	1150	104	3,19	Неудовлетворительно
44	44	981	34	800	130	2,73	Сомнительно
46	46	981	34	1034	279	0,37	Удовлетворительно
47	47	981	34	1200	132	3,25	Неудовлетворительно
48	48	981	34	945	95	0,74	Удовлетворительно
50	50	981	34	1060	70	2,21	Сомнительно
51	51	981	34	887,5	266,25	0,69	Удовлетворительно
52	52	981	34	988	267	0,05	Удовлетворительно
54	54	981	34	604,8	137,9	5,35	Неудовлетворительно
55	55	981	34	1320	150	4,43	Неудовлетворительно
58	58	981	34	940,2	210,6	0,38	Удовлетворительно
60	60	981	34	856,9	92,7	2,62	Сомнительно
61	61	981	34	1400	160	5,13	Неудовлетворительно
62	62	981	34	1380	160	4,89	Неудовлетворительно
63	63	981	34	851	170	1,50	Удовлетворительно
65	65	981	34	658,9	148,9	4,24	Неудовлетворительно
66	66	981	34	899,6	201,5	0,79	Удовлетворительно
67	67	981	34	1167	233,4	1,56	Удовлетворительно
68	68	981	34	1077	215,4	0,87	Удовлетворительно
75	75	981	34	1000	250	0,15	Удовлетворительно
76	76	981	34	965,2	101,8	0,30	Удовлетворительно
77	47	981	34	1040	239	0,48	Удовлетворительно
78	29	981	34	910	97	1,43	Удовлетворительно
79	54	981	34	528,8	135,2	6,56	Удовлетворительно
80	58	981	34	881,5	224,9	0,87	Удовлетворительно
81	65	981	34	603,6	154,1	4,80	Неудовлетворительно
82	66	981	34	860,5	219,6	1,08	Удовлетворительно
83	40	981	34	996	398	0,07	Удовлетворительно
84	40	981	34	946	378	0,18	Удовлетворительно
85	40	981	34	1026	410	0,22	Удовлетворительно
86	67	981	34	1143,7	228,7	1,39	Удовлетворительно
87	68	981	34	936,8	184,7	0,47	Удовлетворительно
88	38	981	34	1018,4	305,5	0,24	Удовлетворительно
89	31	981	34	987,2	296,2	0,04	Удовлетворительно

Таблица 8 (Окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8
90	2	981	34	998,6	299,6	0,12	Удовлетворительно
91	52	981	34	1112	300	0,86	Удовлетворительно
92	46	981	34	1159	313	1,11	Удовлетворительно
93	14	981	34	1020	70	1,09	Удовлетворительно
94	17	981	34	1000	70	0,53	Удовлетворительно
95	76	981	34	973	103	0,15	Удовлетворительно
96	60	981	34	835,5	89,1	3,20	Неудовлетворительно
97	60	981	34	874,1	96,2	2,18	Сомнительно
98	76	981	34	960,6	105,7	0,39	Удовлетворительно

По результатам анализа показано, что неудовлетворительными признаны 17 результатов, что составляет 18 % от общего числа измерений и 10 результатов признаны сомнительными, что составляет 11 %.

Заключение

По результатам проведенных МСИ, всем участникам были выданы свидетельства об участии. Все свидетельства в качестве приложения содержат заключение с результатами измерений с указанием критериев их оценки.

Контактные сведения о провайдере МСИ

Провайдер МСИ (АО «ВНИИНМ»), аккредитованный в национальной системе аккредитации (Аттестат аккредитации RA.RU.430166 от 24.10.2016).;

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.

Конфиденциальность

Конфиденциальность обеспечивается в соответствии с РК-505-3-2019, разработанным Провайдером МСИ. На основании РК полная информация о результатах проведенной Программы предоставляется только заказчику. Идентичность участников МСИ является строго конфиденциальной информацией и известна только ограниченному числу лиц, принимавших участие в организации МСИ (директор отделения, начальник СП, проводящего МСИ и координатор МСИ).

Начальник лаборатории
метрологического обеспечения
аналитического контроля –
координатор МСИ, к.х.н.

И.М. Максимова

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

К.Н. Елистратова

Ведущий инженер лаборатории
метрологического обеспечения
аналитического контроля

О.Н. Рогожина

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ им. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА»
(ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)

190005, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 19
Факс: +7 (812) 713-01-14, телефон: +7 (812) 251-76-01, e-mail: info@vniim.ru, http://www.vniim.ru

Регистрационный номер в реестре аккредитованных лиц RA.RU.311541

СЕРТИФИКАТ КАЛИБРОВКИ



RU 01 № 210/0132-2019

Стр. 1 из 2

Дата калибровки

16.05.2019 - 23.05.2019

Объект калибровки

Эталонные растворы радионуклидов кобальта-60, стронция-90, цезия-137 и америция-241 в виалах №1/132, №2/132, №3/132, №4/132, №5/132, №6/132, №7/132, №8/132

Заказчик

ЗАО "РИТВЕРЦ"
194223, г. Санкт-Петербург, ул. Курчатова, д. 10

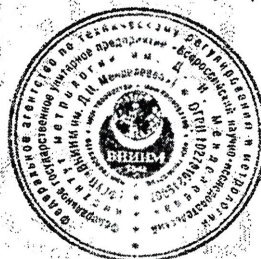
Метод калибровки

Методика калибровки растворов радионуклидов по удельной активности методом $4\pi\beta\text{-}\gamma$ совпадений: СК-03Т-РП-Отд. №210-06-02-2008

Руководитель лаборатории

И.В.Алексеев

Дата выдачи 23.05.2019



серия Р № 017557

Калибровка выполнена с помощью

Эталонная установка УЭА-3 из состава государственного первичного эталона единиц активности радионуклидов, удельной активности радионуклидов, потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников ГЭТ 6-2016.

Условия калибровки

Температура: 23 °С;
Относительная влажность: 46 %;
Атмосферное давление: 101,1 кПа;
Фон излучения – 0,15 мкЗв/ч.

Метрологические характеристики растворов
Результаты измерений на 23 мая 2019 г.

Радионуклид	Номер виалы	Масса раствора в виале, г	Удельная активность радионуклида в растворе, кБк/г	Активность радионуклида, кБк	Расширенная неопределённость для $k=2$, %
^{60}Co	Виала №1/132	4.99	20.4	101.5	3
	Виала №2/132	5.00	20.4	101.8	3
$^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$	Виала №3/132	5.00	20.4	102.2	3
	Виала №4/132	5.00	20.4	102.2	3
^{137}Cs	Виала №5/132	5.00	19.6	97.7	3
	Виала №6/132	5.00	19.6	97.7	3
^{241}Am	Виала №7/132	5.00	20.8	104.0	3
	Виала №8/132	4.98	20.8	103.5	3

Примечание 1. Метрологические характеристики эталонных растворов, приведённые в таблице, действительны при хранении раствора в герметично закрытом флаконе.

Заключение

Метрологические характеристики растворов радионуклидов, указанные в данном Сертификате калибровки RU 01 210/0132-2019, соответствуют требованиям поверочной схемы для средств измерений активности радионуклидов ГОСТ 8.033-96, предъявляемым к рабочим эталонам 1-разряда единицы активности радионуклидов.

Дополнительная информация

1. Расширенная неопределённость получена путём умножения стандартной неопределённости на коэффициент охвата $k = 2$, соответствующего уровню доверия приблизительно равному 95 % при допущении нормального распределения. Оценивание неопределённости проведено в соответствии с ГОСТ Р 54500.3-2011 «Неопределённость измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределённости измерения»

Подпись лица, выполнившего калибровку

 С.В. Сэпман
Г.В. Жуков

23.05.2019