

УДК 502.175: 539.16

**ОБЗОР МЕЖЛАБОРАТОРНЫХ СЛИЧИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПО
КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА ИЗМЕРЕНИЙ РАДИОМЕТРИЧЕСКИХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДНЫХ СРЕД**

И.М. Максимова, Е.Е. Лебенкова, В.С. Филатова
**АО «Высокотехнологический научно-исследовательский институт
неорганических материалов имени академика А.А. Бочвара», Москва**

В 2023-2024 гг. были проведены межлабораторные сличительные испытания (МСИ), задача которых состояла в исследовании качества измерений удельной активности радионуклидов в пробах воды лабораториями, осуществляющими радиоэкологический мониторинг. Полученные в рамках МСИ результаты могут быть использованы участниками МСИ для повышения качества радиометрических измерений водных сред.

Ключевые слова: межлабораторные сличительные испытания, образец для контроля, удельная активность радионуклидов в водных средах, радиоэкологический мониторинг.

**REVIEW OF INTERLABORATORY COMPARISON TESTS FOR QUALITY
CONTROL OF MEASUREMENTS OF RADIOMETRIC PARAMETERS
OF AQUATIC ENVIRONMENTS**

I.M. Maksimova, E.E. Lebenkova, V.S. Filatova
JSC A.A. Bochvar High-Technology Research Institute of Inorganic Materials, Moscow

In 2023-2024, interlaboratory comparison tests (MSI) were conducted, the task of which was to study the quality of measurements of the specific activity of radionuclides in water samples by laboratories carrying out radioecological monitoring. The results obtained within the framework of the ISI can be used by the ISI participants to improve the quality of radiometric measurements of aquatic environments.

Keywords: interlaboratory comparison tests, control sample, specific activity of radionuclides in aqueous media, radioecological monitoring.

Межлабораторные сличительные испытания – одно из основных направлений подтверждения компетентности лабораторий. Они позволяют подтвердить качество и достоверность проводимых отдельной лабораторией измерений. Высокая квалификация, хорошая техническая и методическая оснащенность лаборатории особенно важны при проведении тех измерений, от результатов которых зависит жизнь и здоровье персонала организаций атомной отрасли и населения в целом [1, 2].

Наблюдение за радиационной обстановкой отдельных территорий проводится в рамках радиоэкологического мониторинга. Информация, собранная отдельными предприятиями, аккумулируется в единой государственной автоматизированной системе мониторинга радиационной обстановки, а также в ее функциональных подсистемах, например, в отраслевой системе мониторинга радиационной обстановки Госкорпорации «Росатом». На основании полученных данных можно проводить комплексный анализ состояния и тенденций изменения радиационной обстановки в стране. Однако основным критерием удовлетворительной работы системы в целом является достоверность информации, получаемой от отдельных испытательных лабораторий информации.

Для подтверждения компетентности лабораторий в 2023-2024 гг. были организованы МСИ водных сред по показателям: удельная активность альфа-излучающих радионуклидов, удельная активность бета-излучающих радионуклидов, удельная активность гамма-излучающих радионуклидов. Работы выполнялись аккредитованным провайдером МСИ АО «ВНИИНМ» [3].

Для реализации МСИ Провайдером была разработана программа МСИ, изготовлены и аттестованы образцы для контроля (ОК), подготовлены задания на измерения, осуществлена рассылка ОК, проведены измерения радиометрических показателей ОК, осуществлены анализ и статистическая обработка полученных результатов измерений, сделаны выводы и даны рекомендации по полученным результатам, участникам МСИ выданы свидетельства и заключения, содержащие информацию о качестве проводимых измерений.

В качестве ОК выступили специально изготовленные растворы: раствор урана (для измерений удельной активности альфа-излучающих радионуклидов), раствор плутония (для измерений удельной активности альфа-излучающих радионуклидов), раствор стронция (иттрия) (для измерений удельной активности бета-излучающих радионуклидов), а также раствор цезия (для измерений удельной активности гамма-излучающих радионуклидов).

Для проведения МСИ была выбрана параллельная схема проведения испытаний, при которой ОК направляются участникам МСИ одновременно.

Всего в МСИ приняли участие 67 измерительных (испытательных) лабораторий, из которых 9 не входят в ГК «Росатом». Данная программа МСИ является не только очень масштабной, но и позволяет нам сопоставить результаты измерений предприятий атомной отрасли с организациями вне контура Госкорпорации «Росатом» [3].

В МСИ по контролю качества измерений удельной активности альфа-излучающих радионуклидов ($^{239}\text{Pu}+^{240}\text{Pu}$) приняли участие 23 лаборатории (19 лабораторий Госкорпорации «Росатом»), из которых удовлетворительное качество проводимых измерений подтвердили 10 лабораторий (10 лабораторий ГК «Росатом») (рис. 1).

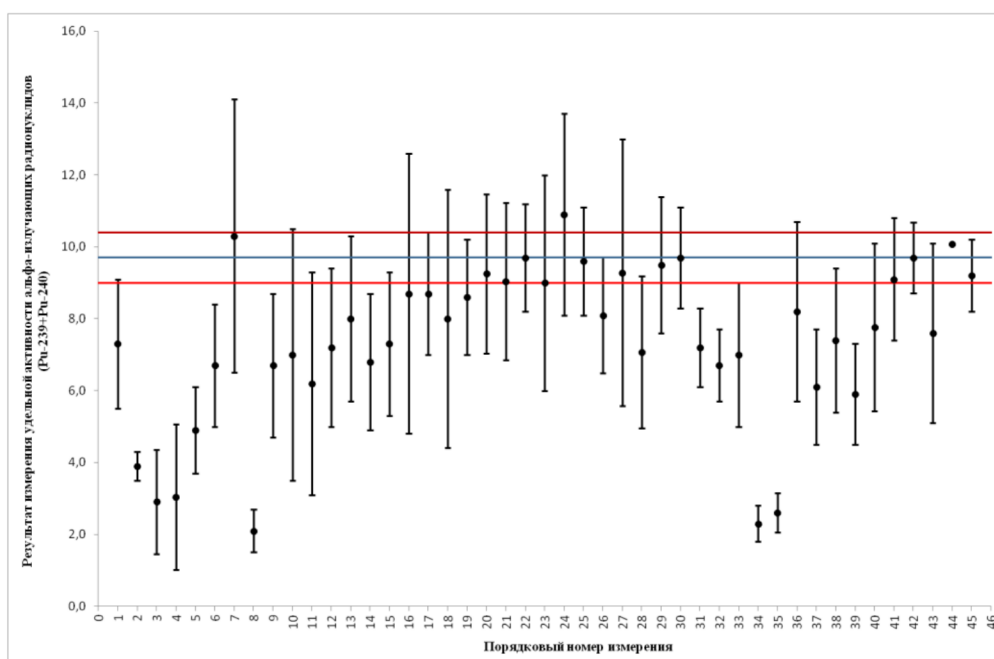


Рис. 1. Результаты измерений удельной активности альфа-излучающих радионуклидов ($Pu^{239} + Pu^{240}$) в 2023-2024 гг.

Данная диаграмма является графическим отображением статистического критерия, по которому осуществляется оценка удовлетворительности отдельного результата измерений. Каждый результат представлен в виде точки с указанием границ погрешности (неопределенности) измерения, указанной лабораторией. Центральной линией на диаграмме обозначено приписанное значение ОК, интервал, ограниченный красными линиями, – границы расширенной неопределенности приписанного значения ОК.

В МСИ по контролю качества измерений удельной активности альфа-излучающих радионуклидов (изотопов урана) приняли участие 22 лаборатории (20 лабораторий Госкорпорации «Росатом»), из которых удовлетворительное качество проводимых измерений подтвердили 16 лабораторий (15 лабораторий ГК «Росатом»), 1 лаборатория представила как удовлетворительные, так и неудовлетворительные результаты измерений (рис. 2).

В МСИ по контролю качества измерений удельной активности бета-излучающих радионуклидов приняли участие 38 лабораторий (34 лаборатории ГК «Росатом»), из которых удовлетворительное качество проводимых измерений подтвердили 19 лабораторий (17 лабораторий Госкорпорации «Росатом»), 3 лаборатории представили как удовлетворительные, так и неудовлетворительные результаты измерений (3 лаборатории ГК «Росатом») (рис. 3).

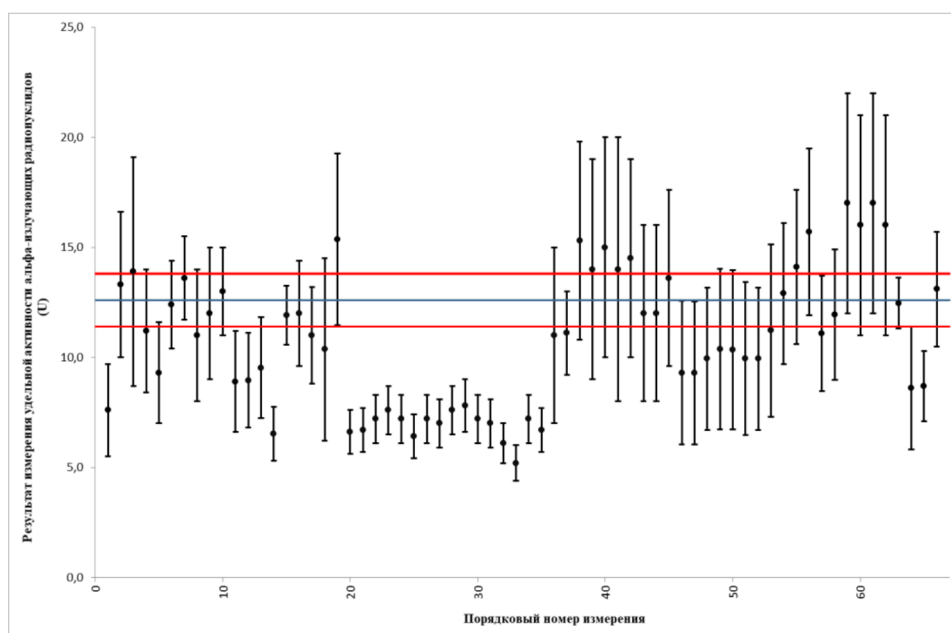


Рис. 2. Результаты измерений удельной активности альфа-излучающих радионуклидов (уран) в 2023-2024 гг.

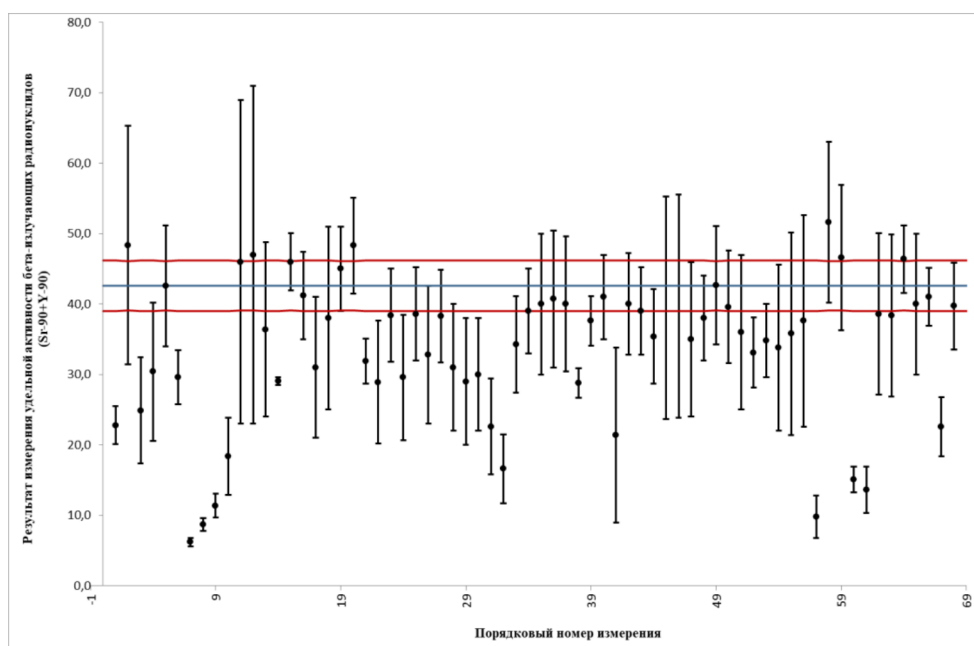


Рис. 3. Результаты измерений удельной активности бета-излучающих радионуклидов ($Sr^{90} + Y^{90}$) в 2023-2024 гг.

В МСИ по контролю качества измерений удельной активности гамма-излучающих радионуклидов приняли участие 55 лабораторий (50 лабораторий Госкорпорации «Росатом»), из которых удовлетворительное качество проводимых измерений подтвердили 49 лабораторий (45 лабораторий Госкорпорации «Росатом», 3 лаборатории представили как удовлетворительные, так и неудовлетворительные результаты измерений (3 лаборатории Госкорпорации «Росатом») (рис. 4).

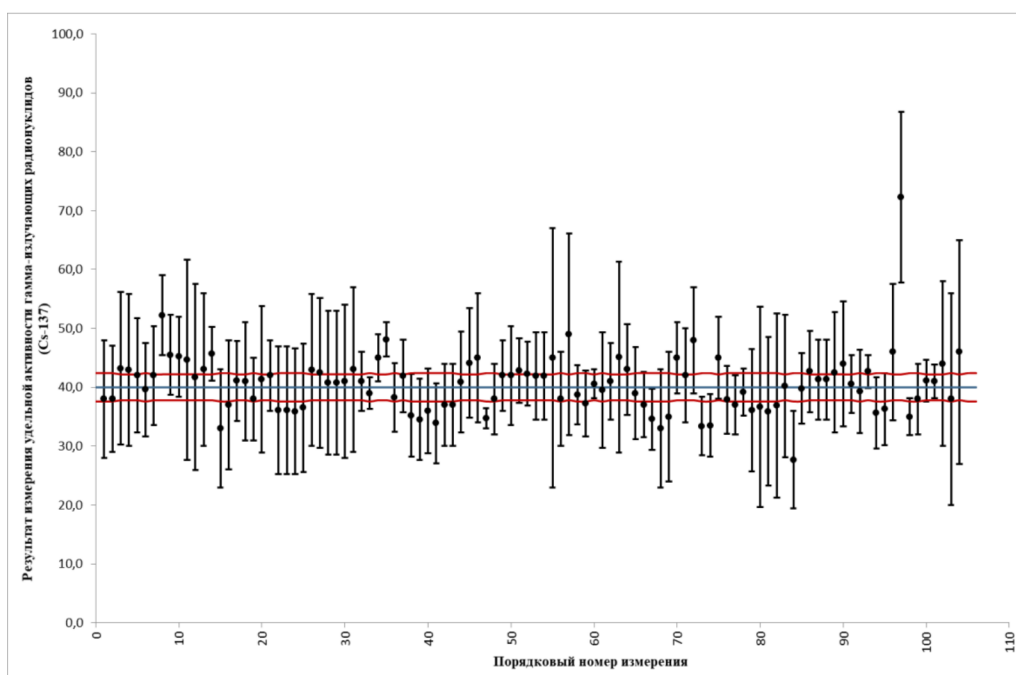


Рис. 4. Результаты измерений удельной активности гамма-излучающих радионуклидов (Cs^{137}) в 2023-2024 гг.

Похожая программа МСИ водных сред [4, 5, 6] была проведена между организациями Госкорпорации «Росатом» в 2021-2022 гг. (рис. 5-7).

Тогда по показателю удельной активности альфа-излучающих радионуклидов (Am^{241}) предоставили результаты 25 лабораторий, 76% результатов оказалось удовлетворительными [4].

По показателю удельной активности бета-излучающих радионуклидов ($Sr^{90}+Y^{90}$) были получены результаты от 27 участников, 68% результатов было положительными (в МСИ 2023-2024 гг. предоставили 59% удовлетворительных результатов) [5].

В МСИ по измерениям удельной активности гамма-излучающих радионуклидов приняли участие 30 участников, которые предоставили 89% удовлетворительных результатов. В 2023-2024 гг. процент удовлетворительных результатов был 91% [6].

Анализ результатов обеих программ МСИ не позволил выявить связь между результатами измерений отдельной лаборатории в двух программах, а также систематической зависимости от используемого оборудования или методик измерений. К сожалению, большинство причин неудовлетворительных результатов, которые удалось установить, связаны с «человеческим фактором».

Измерительные лаборатории ежедневно используют для настройки приборов и контроля качества одни и те же процедуры и контрольные образцы, измеряют пробы с известным составом в близких диапазонах измерений. Результаты измерений штатных проб в заранее заданных условиях обычно оказываются удовлетворительными. Однако часто при получении нестандартных проб с непривычной матрицей или в случае использования методик, припадающих в другие диапазоны (как в случае с ОК в рамках

МСИ), лабораториям требуется проявить более высокую компетентность, чтобы пройти подтверждение квалификации.

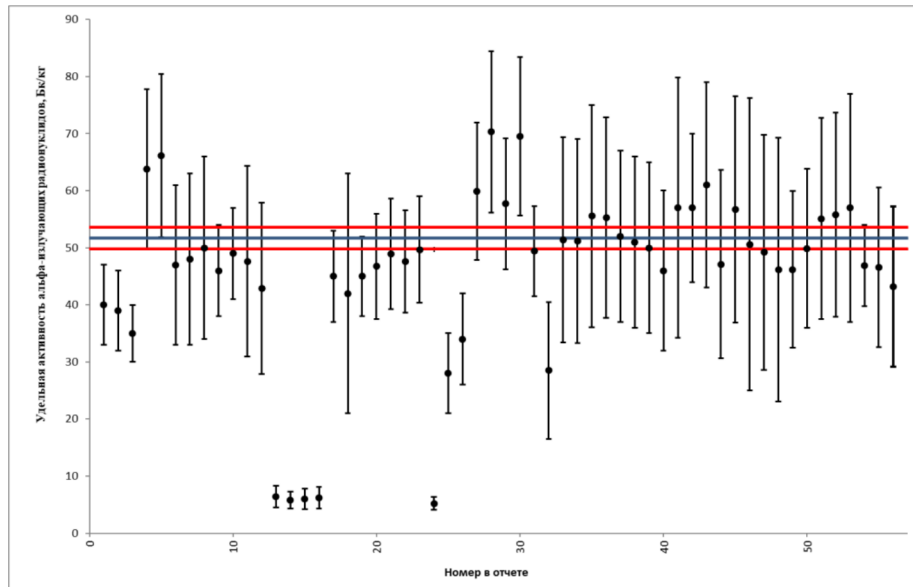


Рис. 5. Результаты измерений удельной активности альфа-излучающих радионуклидов (Am^{241}) в 2021-2022 гг.

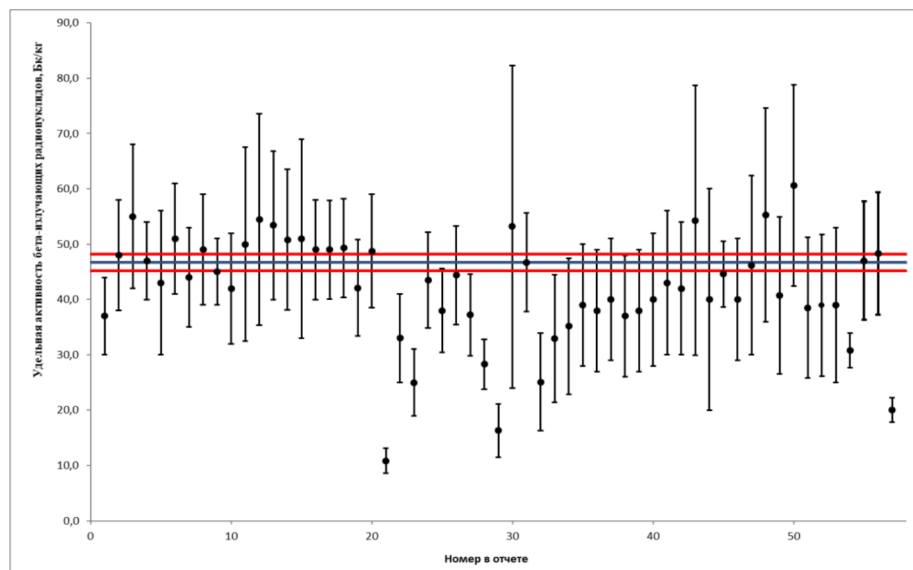


Рис. 6. Результаты измерений удельной активности бета-излучающих радионуклидов ($Sr^{90} + Y^{90}$) в 2021-2022 гг.

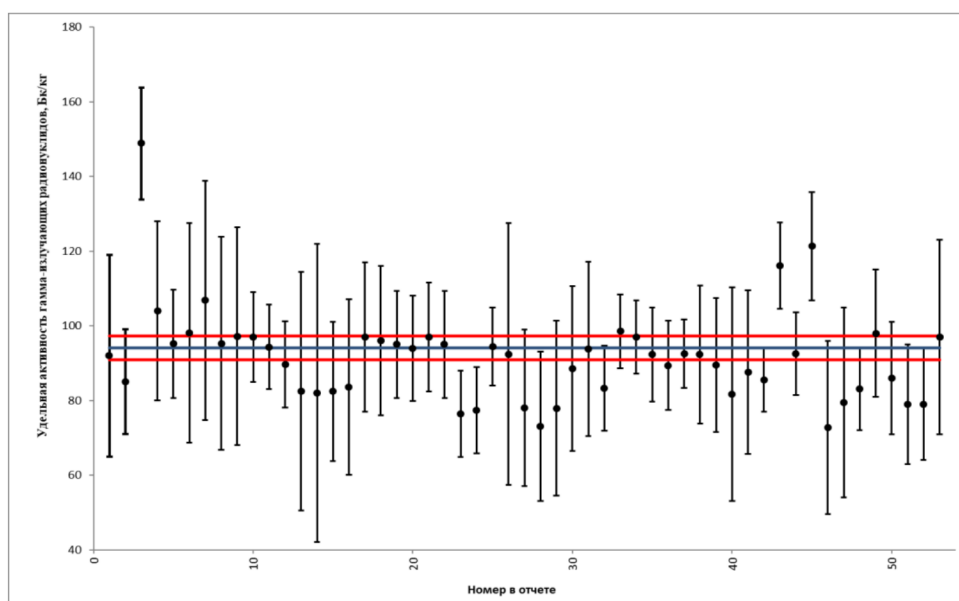


Рис. 7. Результаты измерений удельной активности гамма-излучающих радионуклидов (Cs^{137}) в 2021-2022 гг.

По результатам проведенных МСИ лабораториям были даны следующие рекомендации:

1. Лабораториям, получившим неудовлетворительные результаты по результатам измерений удельной активности радионуклидов, провести внеочередной внутренний оперативный контроль точности с использованием ОК, 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. Лабораториям, получившим неудовлетворительные результаты, провести внеплановую поверку средств измерений.

4. 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 8.932-2022 [7], а для округления результата измерения использовать СТ СЭВ 543-77 [8].

Список литературы

1. ГОСТ Р ISO/IEC 17043-2013. Оценка соответствия. Основные требования к проведению проверки квалификации. – М.: Стандартинформ, 2020.
2. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. Переиздание март 2021. – М.: Стандартинформ, 2021.

3. Отчет №532/1028-2024 о проведенных межлабораторных сличительных испытаниях водных сред П.МСИ.РЭМВС-532/049-2022 – URL: <https://vniinm.tvel.ru/Scientific-activity/comparison/> – Электронный текст (дата обращения 17.10.2024).
4. Отчет №532/858-2021 О проведении межлабораторных сличительных испытаний по контролю качества измерений удельной активности альфа-излучающих радионуклидов в водных растворах в организациях Госкорпорации «Росатом» по программе П.МСИ.УАА-532/028-2021 – URL: <https://vniinm.tvel.ru/Scientific-activity/comparison/> – Электронный текст (дата обращения 17.10.2024).
5. Отчет №532/859-2021 О проведении межлабораторных сличительных испытаний по контролю качества измерений удельной активности бета-излучающих радионуклидов в водных растворах в организациях Госкорпорации «Росатом» по программе П.МСИ.УАБ-532/029-2021 – URL: <https://vniinm.tvel.ru/Scientific-activity/comparison/> – Электронный текст (дата обращения 17.10.2024).
6. Отчет №532/882-2022 О проведении межлабораторных сличительных испытаний по контролю качества измерений удельной активности гамма-излучающих радионуклидов в диапазоне энергий 0,2 - 2,8 МэВ водных сред в организациях Госкорпорации «Росатом» по программе П.МСИ.УАГ-532/030-2021– URL: <https://vniinm.tvel.ru/Scientific-activity/comparison/> – Электронный текст (дата обращения 17.10.2024).
7. ГОСТ Р 8.932-2022 ГСОЕИ. Требования к методикам (методам) измерений в области использования атомной энергии. Основные положения. – М.: Стандартинформ, 2022.
8. СТ СЭВ 543-77 Стандарт совета экономической взаимопомощи. Числа. Правила записи и округления. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200025687?ysclid=m3mp6co9zn881582778/> – Электронный текст (дата обращения 25.06.2024).