

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ

Обзорная статья

УДК 006.015.9

<https://doi.org/10.20915/2077-1177-2026-22-2-68-79>



Межлабораторные сличительные испытания как инструмент повышения качества измерений в лаборатории

В. Ю. Третьякова, С. Ю. Малахова, Л. Ю. Момотова, О. Б. Пономарева ✉

УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева», г. Екатеринбург, Россия

✉ msi@uniim.ru

Аннотация: Межлабораторные сличительные испытания, межлабораторные сличения (МСИ) в Российской Федерации проводятся в соответствии с ГОСТ ISO/IEC 17043–2013 «Межгосударственный стандарт. Оценка соответствия. Основные требования к проведению проверки квалификации» (с 10.04.2026 применяется ГОСТ ISO/IEC 17043–2025 «Оценка соответствия. Общие требования к компетентности провайдеров проверки квалификации»). Участие в МСИ позволяет лабораториям осуществлять мониторинг своей деятельности, в том числе – путем сравнения их результатов измерений с результатами других участников.

Однако анализ результатов МСИ, проведенных в 2021–2024 гг., позволил обнаружить скрытые ошибки участников, повлекшие неудовлетворительные результаты. Таким образом, лаборатории не в полной мере использовали возможности МСИ для мониторинга своей деятельности и выявления собственных ошибок.

Цели представленного в статье исследования – выявить и проанализировать основные проблемы (ошибки), которые могут влиять на достоверность результатов измерений, обратить внимание лабораторий на возможности МСИ для мониторинга и улучшения их деятельности.

С данной целью проанализированы результаты МСИ, проведенных провайдером УНИИМ – филиалом ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева». За основу исследований взяты результаты МСИ для объектов «воздушные среды», «нефтепродукты», «пищевые продукты». В процессе таких МСИ участники получали количественные результаты измерений с использованием оборудования, предусмотренного методикой измерений. В описанном исследовании анализ не распространялся на качественные и интерпретационные программы МСИ.

В результате анализа выявлены возможные причины неудовлетворительных результатов МСИ, даны примеры и рекомендации, позволяющие предупредить в перспективе неудовлетворительные результаты измерений.

Исследование установило основные причины появления ошибок: случайные, систематические ошибки, ошибки, связанные с некорректностью описания процедур измерений и/или расчета результатов измерений в документах, содержащих методики измерений. Исследователи пришли к выводу, что при внимательном отношении лабораторий к результатам МСИ и регулярном участии в МСИ доля неудовлетворительных результатов МСИ существенно снижается. Такое отношение приводит к улучшению деятельности лаборатории и, соответственно, к повышению достоверности результатов измерений.

Материалы статьи имеют прикладной характер. Авторы обосновали, что анализ каждого отклонения в результатах МСИ может повысить достоверность результатов измерений, а также эффективность этой процедуры при подготовке лабораторий к аккредитации. Предложенные практические

рекомендации по критическому анализу получаемых при реализации МСИ результатов измерений основаны на большом опыте провайдера, сотрудниками которого являются авторы статьи.

Ключевые слова: УНИИМ, испытательная лаборатория, межлабораторные сличительные испытания, методика (метод) измерений, контроль качества измерений, средства измерений, стандартные образцы

Для цитирования: Межлабораторные сличительные испытания как инструмент повышения качества измерений в лаборатории / В. Ю. Третьякова [и др.] // Эталоны. Стандартные образцы. 2026. Т. 22, № 2. С. 68–79. <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2026-22-2-68-79>

Статья поступила в редакцию 16.02.2026; одобрена после рецензирования 09.03.2026; принята к публикации 25.06.2026.

MODERN METHODS OF ANALYSIS OF SUBSTANCES AND MATERIALS

Review Article

Interlaboratory Comparison Tests as a Tool for Improving Measurement Quality in the Laboratory

Victoria Yu. Tretyakova, Svetlana Yu. Malakhova, Lina Yu. Momotova,
Olga B. Ponomareva ✉

UNIIM – Affiliated Branch of the D. I. Mendeleyev Institute for Metrology, Yekaterinburg, Russia
✉ msi@uniim.ru

Abstract: Interlaboratory comparison tests, interlaboratory comparisons (ILC) in Russia are conducted in accordance with GOST ISO/IEC 170432013 “Interstate Standard. Conformity assessment General requirements for proficiency testing” (effective until April 10, 2026, after which it is superseded by GOST ISO/IEC 170432025 “Conformity assessment General requirements for the competence of proficiency testing providers”). Participation in ILC allows laboratories to monitor their performance, including comparing measurement results with those of other participants.

However, an analysis of ILC results obtained in 2021–2024 revealed hidden errors made by participants that led to unsatisfactory results. Thus, laboratories have not fully exploited the potential of ILC for monitoring their activities and identifying their own errors.

The objectives of the study presented in this article are to identify and analyse the main problems (errors) that can affect the reliability of measurement results and to draw laboratories’ attention to the possibilities offered by ILC for monitoring and improving their performance.

To this end, the results of ILC conducted by UNIIM – Affiliated Branch of the D. I. Mendeleyev Institute for Metrology were analysed. The study was based on ILC results for the objects “air environments”, “petroleum products”, and “food products”. During such ILC, participants obtained quantitative measurement results using equipment specified by the measurement procedure. The analysis described in this study did not cover qualitative and interpretative ILC programmes.

The analysis identified possible causes of unsatisfactory ILC results, provided examples and recommendations to help prevent unsatisfactory measurement results in the future.

The study established the main causes of errors: random errors, systematic errors, and errors related to incorrect descriptions of measurement procedures and/or calculation of measurement results in documents containing measurement procedures. The researchers concluded that with careful attention by laboratories to ILC results and regular participation in ILC, the proportion of unsatisfactory ILC results decreases significantly. Such attention leads to improved laboratory performance and, consequently, to increased reliability of measurement results.

The materials of the article are of an applied nature. The authors have demonstrated that analysis of each deviation in ILC results can improve the reliability of measurement results, as well as the effectiveness of this procedure in preparing laboratories for accreditation. The practical recommendations proposed for critical analysis of measurement results obtained during ILC are based on the extensive experience of the provider, whose staff are the authors of the article.

Keywords: UNIIM, testing laboratory, interlaboratory comparison tests, measurement procedure (method), measurement quality control, measuring instruments, reference materials

For citation: Tretyakova VYu, Malakhova SYu, Momotova LYu, Ponomareva OB. Interlaboratory comparison tests as a tool for improving measurement quality in the laboratory. *Measurement Standards. Reference Materials*. 2026;22(2):68–79. (In Russ.). <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2026-22-2-68-79>

The article was submitted 16.02.2026; approved after reviewing 09.03.2026; accepted for publication 25.06.2026.

Введение

Процедуры контроля качества результатов измерений являются одним из важнейших элементов обеспечения качества измерений в испытательной лаборатории (ИЛ). Такие процедуры позволяют ИЛ поддерживать требуемый уровень точности результатов измерений. Участие ИЛ в МСИ дает возможность:

- контролировать достоверность проводимых измерений;
- осуществлять мониторинг своей деятельности путем сравнения полученных в МСИ результатов с результатами других участников;
- сопоставлять результаты, полученные по разным методикам (методам);
- проводить анализ выполненных работ;
- выявлять скрытые проблемы;
- получать независимую оценку качества своей работы.

Ежегодно провайдер МСИ (здесь и далее провайдером МСИ именуется УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева») проводит большое количество раундов МСИ по широкому перечню видов деятельности промышленных предприятий, экологических служб, организаций, оказывающих услуги в разных сферах, например:

- атмосферному воздуху, воздуху рабочей зоны, промышленным выбросам в атмосферу (воздушные среды);
- нефти и нефтепродуктам;
- пищевым продуктам;
- физическим факторам производственной (рабочей) среды.

Цели исследования:

- проанализировать возможные ошибки, возникающие при получении результатов измерений в ИЛ;
- определить пути решения возникающих проблем;
- сформулировать рекомендации ИЛ, как на основе результатов МСИ улучшить качество измерений.

Материалы и методы

Обзор нормативной базы

В соответствии с положениями п. 7.7.2 ГОСТ ISO/IEC 17025–2019¹, ИЛ должна осуществлять мониторинг своей деятельности путем сравнения с результатами других лабораторий, т. е. осуществлять внешний

¹ ГОСТ ISO/IEC 17025–2019 Межгосударственный стандарт. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.

контроль. Таким образом, подтверждение компетентности лаборатории, в том числе, обеспечивается участием в процедурах внешнего контроля.

Внешний контроль качества результатов измерений осуществляется путем участия испытательной лаборатории в проверках квалификации (ПК) и (или) в МСИ, отличных от проверок квалификации:

– «Проверка квалификации: Оценивание характеристики функционирования участника по заранее установленным критериям посредством МСИ» в соответствии с СМ № 03.1–1.0008²;

– «Межлабораторное сличение: Организация, выполнение и оценивание измерений или испытаний одного и того же или нескольких подобных образцов двумя или более лабораториями в соответствии с заранее установленными условиями» в соответствии с ГОСТ ISO/IEC 17043–2013³.

Политика Росаккредитации устанавливает: участие в программах ПК лаборатории, аккредитованной в Национальной системе аккредитации, является обязательным, где такая деятельность доступна и применима.

Обзор практики организации МСИ

ПК проводят аккредитованные в Национальной системе аккредитации Провайдеры⁴ посредством МСИ в соответствии с ГОСТ ISO/IEC 17043–2013 (схема аккредитации провайдеров проверки квалификации в Российской Федерации согласно СМ № 03.1–9.0012⁵ в настоящее

время предусматривает использование ISO/IEC 17043:2023⁶).

Для обеспечения качества реализации каж-дых МСИ провайдер проводит цикл мероприятий, направленных на обеспечение достоверности проводимых работ.

Для решения поставленной задачи создают образцы для МСИ, по возможности, адекватные анализируемым пробам [1, 2].

Идеальный вариант, если возможно применение стандартных образцов (СО) утвержденных типов, в таком случае при проведении МСИ используют:

– аттестованное значение СО в качестве приписанного значения;

– погрешность/неопределенность аттестованного значения СО в качестве погрешности/неопределенности приписанного значения.

В противном случае провайдер МСИ сам (или с помощью субподрядчика) создает образцы для МСИ, исследует их однородность и стабильность, устанавливает приписанное значение и его погрешность/неопределенность (пп. 4.4.3; 4.4.5 ГОСТ ISO/IEC 17043–2013).

Другая задача – определить систему организации МСИ с учетом возможностей:

– создания только одного образца для МСИ или партии;

– рассылки образцов;

– обеспечения стабильности метрологических характеристик образцов на все время проведения эксперимента.

Также провайдер МСИ определяет, какие методики измерений могут быть использованы в лабораториях при реализации МСИ. С учетом метрологического уровня методик провайдер МСИ определяет тот или иной порядок обработки полученных участниками результатов и устанавливает критерии, по которым могут быть сделаны выводы о качестве работы лабораторий (Приложение В ГОСТ ISO/IEC 17043–2013).

Результаты и обсуждение

Анализ результатов МСИ

УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» с 1999 г. проводит МСИ

⁶ ISO/IEC 17043:2023 Conformity assessment General requirements for the competence of proficiency testing providers.

² СМ № 03.1-1.0008 «Политика Росаккредитации в отношении участия лабораторий и органов инспекции в проверках квалификации и в межлабораторных сличительных (сравнительных) испытаниях, отличных от проверок квалификации».

³ ГОСТ ISO/IEC 17043–2013 Межгосударственный стандарт. Оценка соответствия. Основные требования к проведению проверки квалификации (с 10.04.2026 применяется ГОСТ ISO/IEC 17043–2025 Оценка соответствия. Общие требования к компетентности провайдеров проверки квалификации).

⁴ В статье не отражается информация о провайдерах, аккредитованных в других системах аккредитации.

⁵ СМ № 03.1-9.0012 «Схема аккредитации провайдеров межлабораторных сличительных испытаний в национальной системе аккредитации».

в качестве провайдера. С того времени накоплен значительный опыт организации и проведения МСИ [3], анализа результатов МСИ и причин полученных участниками неудовлетворительных результатов.

Представленное в статье исследование неудовлетворительных результатов МСИ базируется на собственном опыте провайдера МСИ, а также на опубликованных литературных данных.

В [4] рассмотрены требования к лабораториям, участвующим в МСИ, описаны системы взаимодействия провайдеров разных стран при организации и проведении МСИ, в том числе, когда в МСИ участвуют лаборатории разных стран. В 2010 г. была создана международная (на пространстве СНГ) группа по вопросам МСИ⁷, ведение которой все эти годы реализует УНИИМ.

В [5–11] проанализированы результаты МСИ для разных объектов измерений.

В [12, 13] отражены вопросы использования полученных результатов участия в МСИ

⁷ Рабочая группа при НТКМетр по вопросам проверки квалификации посредством межлабораторных сравнительных испытаний/межлабораторных сличений (РГ МСИ НТКМетр). Режим доступа: https://uniim.ru/msi_mls (дата обращения: 16.02.2026).

лабораториями для повышения качества результатов измерений.

В [13–15] отражено несоответствие качества методик измерений, выявленное по результатам МСИ.

Информация о некоторых объектах МСИ провайдера УНИИМ представлена на рис. 1.

Участие в ПК посредством МСИ позволяет лаборатории управлять своей деятельностью и улучшать работу лаборатории.

Результатом деятельности ИЛ является результат измерений. Достоверный результат измерений – один из основных факторов работы организаций и предприятий различных сфер деятельности при выпуске продукции, оказании услуг, контроле качества и безопасности продукции и услуг [16–19].

Федеральный закон № 102-ФЗ⁸ устанавливает сферу государственного регулирования обеспечения единства измерений и требования к измерениям. В частности, измерения,

⁸ Об обеспечении единства измерений : Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ (Редакция с изменениями на 08.08.2024, действующая с 01.03.2025 г.) : принят Государственной Думой 11 июня 2008 г., одобрен Советом Федерации Федерального Собрания Российской Федерации 18 июня 2008 г.



Рисунок подготовлен авторами / The figure is prepared by the authors

Рис. 1. Объекты МСИ

Fig. 1. ILC objects

относящиеся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, должны выполняться по аттестованным МИ.

Измерения контролируемых показателей проводят по МИ с применением средств измерений (СИ), СО, реактивов и материалов. Измерения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений (ГРОЕИ), в соответствии с Федеральным законом № 102-ФЗ должны выполняться по аттестованным МИ (а также по МИ прямых измерений, внесенным в эксплуатационную документацию на СИ) и соответствовать обязательным метрологическим требованиям. СИ, СО для проведения измерений должны быть утвержденных типов. ИЛ должна обеспечивать качество результатов измерений путем его внутреннего и внешнего контроля (рис. 2).

Провайдер МСИ подготавливает образцы для МСИ с обеспеченной однородностью и стабильностью. ИЛ проводит измерения контролируемых показателей в образце для проверки квалификации и выдает результаты измерений, полученные по МИ, используемой в испытательной лаборатории и допущенной к применению.

Анализ возможных ошибок

Рассмотрим некоторые составляющие получения неудовлетворительных результатов измерений в ИЛ по итогам участия в МСИ.

Отбор проб и их хранение. При количественных программах МСИ чаще всего участники отбор проб не проводят, но присланные образцы для МСИ должны храниться в соответствии с инструкцией по их применению. Сталкивались с ситуацией, что присланные образцы для МСИ состава воды хранились на подоконнике несколько дней. О качестве измерений в этом случае говорить не приходится. Вопрос: соответствуют ли условия хранения рабочих проб установленным требованиям?

Подготовка растворов реактивов. В некоторых лабораториях используют реактивы с просроченным сроком годности или реактивы квалификации ниже, чем установлено по методике. Тем самым изменяется содержание веществ в используемых растворах, что приводит к неудовлетворительному качеству получаемых в лаборатории результатов измерений.

Использование СИ, не соответствующих требованиям методики измерений. Часть ИЛ используют весы с погрешностью больше, чем допустимо в описании типа СИ, и/или не различают указанную в описании типа СИ относительную погрешность и приведенную относительную погрешность, что приводит к недостаточно точным измерениям и, соответственно, к некорректным результатам измерений.

Применение СО. Если ИЛ не используют при построении градуировочной характеристики и/или контроле точности результатов

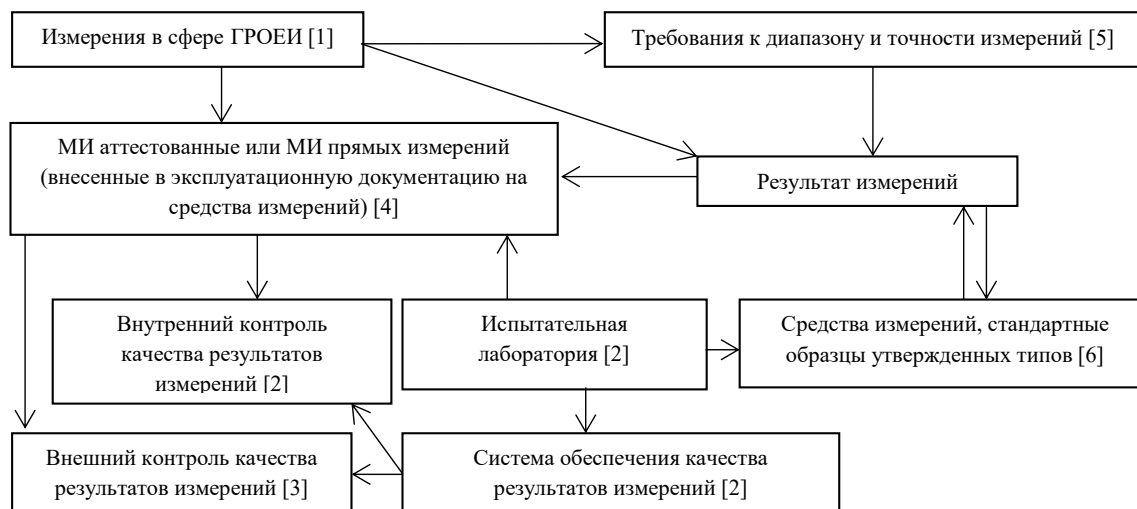


Рисунок подготовлен авторами / The figure is prepared by the authors

Рис. 2. Результаты измерений в сфере ГРОЕИ

Fig. 2. Measurement results in the sphere of state regulation of ensuring the uniformity of measurements

измерений СО утвержденных типов (при наличии их в Государственном реестре утвержденных типов стандартных образцов), то результаты измерений чаще всего не обеспечивают метрологическую прослеживаемость в соответствии с Федеральным законом № 102-ФЗ, что приводит к систематическому сдвигу в результатах измерений.

Вывод. К систематической погрешности, которая выявляется в процессе участия лаборатории в МСИ, приводит:

- 1) недостаточное внедрение риск-ориентированного подхода в систему менеджмента лаборатории по п. 8.5 ГОСТ ISO/IEC 17025–2019;
- 2) отсутствие анализа всех составляющих процедуры получения результатов измерений.

Нельзя не рассматривать и случайные факторы, которые влияют на неудовлетворительное участие лаборатории в МСИ.

Пример 1. В ИЛ не проверили расхождение между результатами параллельных определений, которое было больше допустимого. В результате провайдер МСИ не смог учесть результат МСИ и лаборатория получила неудовлетворительную оценку.

Пример 2. В раунде МСИ по измерению массовой доли серы в дизельном топливе участник допустил случайную погрешность, причина которой была выявлена после получения итоговых документов раунда. Исполнитель при представлении результатов не произвел перерасчет единиц измерений в единицы измерений, указанные провайдером МСИ (мг/кг в %). В итоге результаты участника не соответствовали приписанному значению, приравненному к аттестованному значению используемого ГСО утвержденного типа, заданному в единице измерений «%».

Случайная погрешность может появиться, например, в результате невнимательности исполнителя, в процессе измерений или при оформлении протокола результатов измерений.

Вывод. Случайная погрешность в результатах измерений выявляется в процессе или по результатам МСИ. ИЛ должна внимательно относиться к получению и представлению своих результатов измерений.

Используемые методики измерений

Рассмотрим некоторые спорные случаи применения положений в МИ.

Пример 1. Провайдер МСИ периодически сталкивается со следующими проблемами:

- неоднозначным описанием процедуры измерений, что приводит к различной реализации процедуры измерений и, соответственно, к результатам измерений, различающимся между собой больше допустимого;
- технической ошибкой, приводящей к неудовлетворительным результатам измерений.

В первом случае единственная возможность провайдера МСИ при организации раунда – в инструкции по проведению измерений образца уточнять процедуру измерений в рамках утвержденного документа. По возможности соответствующий технический комитет по стандартизации уведомляют о необходимости корректировки документа.

Пример 2. При проведении раунда МСИ по измерению массовой концентрации аммиака в воздушных средах (МСИ 222-NH₃) была выявлена следующая ошибка в МУК 1637–77⁹ выпуска 1981 г.

По тексту МИ предполагается, что объем аликвоты пробы из одного поглотительного раствора зависит от содержания аммиака в пробе. Для этого отбирается 1 или 5 см³ аликвоты пробы. В МИ указано: «Пробу в количестве 1 и 5 мл из первого поглотительного прибора ... вносят в колориметрические пробирки. 1 мл пробы доводят до 5 мл 0,01 н. раствором серной кислоты». Следуя букве документа, часть исполнителей суммирует результаты, полученные с использованием разных аликвот [20].

Вывод. Перед использованием МИ целесообразно проанализировать процедуру измерений с целью выявления возможных неточностей в тексте, особенно для МИ, не актуализированных в соответствии с современными требованиями (рис. 2). При наличии неточностей целесообразно обратиться к разработчику МИ с просьбой внесения изменений в текст документа.

Заключение

Обобщим выявленные ошибки по результатам участия лабораторий в МСИ (рис. 3).

⁹МУК 1637-77 Методические указания на определение вредных веществ в воздухе.

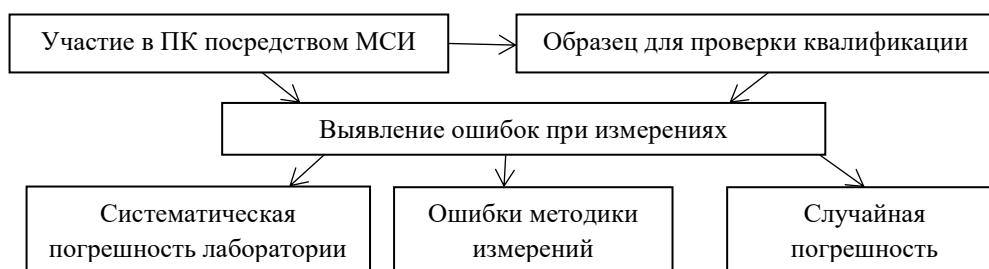


Рисунок подготовлен авторами / The figure is prepared by the authors

Рис. 3. Возможные ошибки, выявленные при проведении МСИ

Fig. 3. Possible errors identified during ILC

Авторы проводят большую работу по анализу результатов участия ИЛ в МСИ и возможных причин неудовлетворительных результатов участия в МСИ [1, 2, 18–22].

При регулярном участии в МСИ процент неудовлетворительных результатов уменьшается. В качестве примера такой тенденции на рис. 4 приведена динамика изменения качества результатов участия ИЛ в раундах МСИ по измерению массовой концентрации сероводорода в воздушных средах (МСИ 222-ПГС- H_2S) и определению показателей состава масла растительного (МСИ 222-МР).

Из рис. 4 видно, что качество работы ИЛ повышается при регулярном участии в МСИ. Процент неудовлетворительных результатов уменьшается.

Очевидно, что результаты участия лабораторий в МСИ:

– способствуют выявлению ошибок (случайной, систематической погрешности, ошибок

методики измерений) и повышению качества измерений;

– способствуют внедрению в лабораториях риск-ориентированных подходов к получению результатов измерений;

– помогают получению достоверных результатов измерений при регулярном участии в МСИ.

Благодарности: Это исследование не получало финансовой поддержки в виде гранта от какой-либо организации государственного, коммерческого или некоммерческого сектора.

Acknowledgments: This study did not receive any grant-based financial support from organizations in the public, commercial, or non-profit sectors.

Вклад авторов: Все авторы внесли свой вклад в концепцию и дизайн исследования. Третьякова В. Ю. – проведение

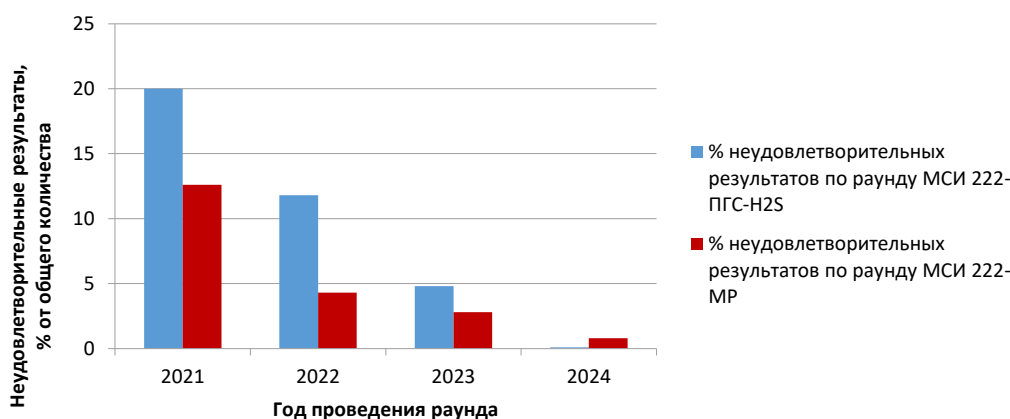


Рисунок подготовлен авторами / The figure is prepared by the authors

Рис. 4. Тенденция изменения качества результатов участия ИЛ в МСИ

Fig. 4. Trend in the change of the quality of testing laboratory participation results in ILC

исследований, формальный анализ, визуализация; Малахова С. Ю. – методология, проведение исследований, валидация, формальный анализ, руководство исследованием; Момотова Л. Ю. – проведение исследований; Пономарева О. Б. – концептуализация, создание рукописи и ее редактирование, администрирование проекта.

Contribution of the authors: All authors contributed to the concept and design of the study. Tretyakova V. Yu. – research, formal analysis, visualization; Malakhova S. Yu. – methodology, research, validation, formal analysis, supervision; Momotova L. Yu. – research; Ponomareva O. B. – conceptualization, writing and review of the manuscript, project administration.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Conflict of interest: The authors declare no conflicts of interest relevant to this manuscript.

Финансирование: Это исследование не получало финансовой поддержки в виде гранта от какой-либо организации государственного, коммерческого или некоммерческого сектора.

Funding: This research did not receive financial support in the form of a grant from any governmental, for-profit, or non-profit organizations.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Богачева А. М., Пономарева О. Б., Канаева Ю. В. Разработка образцов для МСИ и стандартных образцов для обеспечения качества результатов измерений показателей состава воздушных сред // Эталоны. Стандартные образцы. 2018. Т. 14, № 3–4. С. 43–50. <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2018-14-3-4-43-50>
2. Bogacheva A. M., Ponomareva O. B., Kanaeva Y. V. Development of interlaboratory comparison test samples and reference materials for the quality assurance of air composition measurements // Reference Materials in Measurement and Technology. RMMT 2018 / S. V. Medvedevskikh [et al.] eds. Springer, Cham., 2020. P. 3–10. https://doi.org/10.1007/978-3-030-32534-3_1
3. Пономарева О. Б., Котов М. В. Опыт оценки качества измерений состава пищевой продукции посредством МСИ // Пищевая промышленность. 2018. № 9. С. 70–73.
4. Чепкова И. Ф., Крейнин С. В., Пономарева О. И. Межлабораторные сравнительные (сличительные) испытания как доказательная база компетентности лабораторий // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2018. Т. 84, № 2. С. 70–72. <https://doi.org/10.26896/1028-6861-2018-84-2-70-72>
5. Горяева Л. И., Фаткулина Э. К., Щукина Е. П. Межлабораторные сличительные испытания по определению крепости водки // Эталоны. Стандартные образцы. 2020. Т. 16, № 1. С. 57–66. <https://doi.org/10.20915/2687-0886-2020-16-1-57-66>
6. Максимова И. М., Лебенкова Е. Е., Филатова В. С. Анализ результатов межлабораторных сличительных испытаний по контролю качества измерений в рамках радиозоологического мониторинга почв // Вопросы радиационной безопасности. 2025. № 1 (117). С. 32–37.
7. Бурый А. С. Методика совершенствования межлабораторных сличений для оценки физических факторов на рабочих местах // Мягкие измерения и вычисления. 2025. Т. 90, № 5. С. 5–16.
8. Пономарева О. Б., Канаева Ю. В., Гайко М. В. Комплексный подход как особенность обеспечения качества измерений содержаний металлов в воздушных средах // Эталоны. Стандартные образцы. 2025. Т. 21, № 2. С. 114–122. <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2025-21-2-114-122>
9. Дурунча Н. А., Кокорина Л. В., Лушников А. Ю. Результаты межлабораторных сравнительных испытаний по определению массовой концентрации никотина в жидкостях для ЭСДН // Естественные и технические науки. 2024. № 12 (199). С. 79–84. <https://doi.org/10.25633/ETN.2024.12.33>
10. Максимова И. М., Лебенкова Е. Е., Филатова В. С. Обзор межлабораторных сличительных испытаний по контролю качества измерений радиометрических показателей водных сред // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Материаловедение и новые материалы. 2024. № 5 (126). С. 59–66.
11. Михалкин С. М., Халиуллин М. Х. Организация раунда межлабораторных сличительных испытаний на примере оценки освещенности // Контроль качества продукции. 2021. № 4. С. 49–52.
12. Неткач И. А., Иванищев Ю. Г. Анализ несоответствий, выявленных в лаборатории мониторинга загрязнения окружающей среды // Информационные технологии XXI века : сборник научных трудов. Хабаровск : Тихоокеанский государственный университет, 2023. С. 294–298.
13. Опыт проведения межлабораторных сравнительных испытаний в лабораториях АПК / Г. А. Ступакова [и др.] // Плодородие. 2020. № 2 (113). С. 32–37. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2020.113.10>
14. Результаты межлабораторных экспериментов по определению бенз(а)пирена в почвах / А. В. Карташова [и др.] // Аналитика. 2023. Т. 13, № 4. С. 296–299. <https://doi.org/10.22184/2227-572X.2023.13.4.296.299>

15. Карташова А. В., Тропынина Л. В. Опыт проведения межлабораторных сравнительных испытаний: обеспечение сопоставимости результатов анализа // Аналитика. 2022. Т. 12, № 4. С. 262–265. <https://doi.org/10.22184/2227-572x.2022.12.4.262.265>
16. Саратцева Е. А. МСИ – инструмент самоконтроля и самосовершенствования // Контроль качества продукции. 2021. № 6. С. 29–33.
17. Кулейменова У. Н., Байхожаева Б. У. Межлабораторные сравнительные испытания / межлабораторные сличения в повышении качества и безопасности продукции // М. Рыскулбеков атындагы Кыргыз экономикалык университетинин кабарлары. 2019. № 2 (47). С. 91–94.
18. МСИ как инструмент контроля качества измерений / В. Ю. Третьякова [и др.] // III Международная научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов «За нами будущее» и пилотный Международный конкурс «Лучший молодой метролог МГС СНГ» : сб. тезисов докладов, Санкт-Петербург, 11–14 июня 2024 г. СПб. : Типография Литас+, 2024. С. 442–444.
19. Межлабораторные сличительные испытания как инструмент повышения качества измерений в лаборатории / В. Ю. Третьякова [и др.] // Стандартные образцы в измерениях и технологиях : тез. докладов. Часть «Ru». VI Международная научная конференция, 3–6 сентября 2024 г., Екатеринбург, Россия. Екатеринбург : ФГУП ВНИИМ им. Д. И. Менделеева, 2024. С. 167–169.
20. Пономарева О. Б., Канаева Ю. В., Гайко М. В. Методики измерений показателей состава воздушных сред: разработка и применение // Эталоны. Стандартные образцы. 2023. Т. 19, № 4. С. 99–113. <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2023-19-4-99-113>
21. Ponomareva O. B., Kanaeva Y. V., Gaiko M. V. Measurement techniques for the composition of air environments: development and application // Reference Materials in Measurement and Technology. RMMT 2022 / E. P. Sobina [et al.] eds. Springer, Cham, 2022. P. 196–216. https://doi.org/10.1007/978-3-031-49200-6_13
22. Пономарева О. Б., Канаева Ю. В., Гайко М. В. Особенности обеспечения качества измерений содержаний металлов в воздушных средах // Стандартные образцы в измерениях и технологиях: тез. докладов. Часть «Ru». VI Международная научная конференция, 3–6 сентября 2024 г., Екатеринбург, Россия. Екатеринбург: ФГУП ВНИИМ им. Д. И. Менделеева, 2024. С. 136–137.

REFERENCE

1. Bogacheva AM, Ponomareva OB, Kanaeva Yu V. Development of interlaboratory comparison test samples and reference materials for the quality assurance of air composition measurements. *Measurement Standards. Reference Materials*. 2018;14(3–4):43–50. (In Russ.). <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2018-14-3-4-43-50>
2. Bogacheva AM, Ponomareva OB, Kanaeva Yu V. Development of interlaboratory comparison test samples and reference materials for the quality assurance of air composition measurements. In: Medvedevskikh SV et al. (eds). *Reference Materials in Measurement and Technology*. RMMT 2018. Springer, Cham.; 2020. p. 3–10. https://doi.org/10.1007/978-3-030-32534-3_1
3. Ponomareva OB, Kotov MV. Assessment of the quality measurements of food products by means the inter-laboratory comparative tests. *Food Industry*. 2018;9:70–73. (In Russ.).
4. Kreynin SV, Kreynin SV, Ponomareva OI. Interlaboratory comparisons as evidence base for the competence of laboratories. *Industrial laboratory. Diagnostics of materials*. 2018;84(2):70–72. (In Russ.). <https://doi.org/10.26896/1028-6861-2018-84-2-70-72>
5. Goryaeva LI, Fatkulina EK, Shchukina EP. Interlaboratory comparisons on determining of alcohol by volume (abv) in vodka. *Measurement Standards. Reference Materials*. 2020;16(1):57–66. (In Russ.). <https://doi.org/10.20915/2687-0886-2020-16-1-57-66>
6. Maksimova IM, Lebenkova EE, Filatova VS. Analysis of the results of interlaboratory comparative tests for quality control of measurements in the framework of radioecological monitoring of soils. *Voprosy' radiacionnoj bezopasnosti*. 2025;1(117):32–37. (In Russ.).
7. Bury'j AS. Methodology for improving interlaboratory comparisons for assessing physical factors in the workplace. *Soft Measurements and Computing*. 2025;90(5):5–16. (In Russ.).
8. Ponomareva OB, Kanaeva YuV, Gaiko MV. Comprehensive approach as a feature of quality assurance of measurements of metal contents in air environments. *Measurement Standards. Reference Materials*. 2025;21(2):114–122. (In Russ.). <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2025-21-2-114-122>
9. Duruncha NA, Kokorina LV, Lushnikova A. Yu. Results of inter-laboratory comparative tests for determination of mass concentration nicotine in ESDN fluids. *Natural and Technical Sciences*. 2024;12(199):79–84. (In Russ.). <https://doi.org/10.25633/ETN.2024.12.33>
10. Maksimova IM, Lebenkova EE, Filatova VS. Review of interlaboratory comparison tests for quality control of measurements of radiometric parameters of aquatic environments. *Aspects of Nuclear Science and Engineering. Series: Materials Science and New Materials*. 2024;5(126):59–66. (In Russ.).

11. Mikhalkin SM, Khaliullin MK. Organizing a round of interlaboratory comparisons on the example of illuminance estimation. *Production Quality Control*. 2021;4:49–52. (In Russ.).
12. Netkach IA, Ivanishhev Yu G. Analysis of inconsistencies identified in the environmental pollution monitoring laboratory. In: *Informacionny'e tekhnologii XXI veka : sbornik nauchny'x trudov*. Khabarovsk: Pacific National University; 2023. P. 294–298. (In Russ.).
13. Stupakova GA, Ignatyeva YeE, Schiplecova TI, Dengina SA, Mitrofanov DK, Holyaeva OV. Experience of inter-laboratory comparative testing in the laboratories of AIC. *Plodorodie*. 2020;2(113):32–37. (In Russ.). <https://doi.org/10.25680/S19948603.2020.113.10>
14. Kartashova AV, Vinnikova LM, Gushchina MYu, Deeva LD. On the results of interlaboratory experiments on the determination of benzo(a)pyrene in soils. *Analytics*. 2023;13(4):296–299. (In Russ.). <https://doi.org/10.22184/2227-572X.2023.13.4.296.299>
15. Kartashova AV, Tropynina LV. Interlaboratory comparisons: ensuring comparability of analysis results. *Analytics*. 2022;12(4):262–265. (In Russ.). <https://doi.org/10.22184/2227-572x.2022.12.4.262.265>
16. Saratceva EA. ISI is a tool for self-control and self-improvement. *Production Quality Control*. 2021;6:29–33. (In Russ.).
17. Kulejmenova UN, Bajxozhaeva BU. Interlaboratory comparative tests / interlaboratory comparisons in improving product quality and safety. *M. Ry'skulbekov aty'ndagy' Ky'rgy'z e'konomikaly'k universitetinin kabarlary'*. 2019;2(47):91–94. (In Russ.).
18. Tret'yakova VYu et al. ISI as a measurement quality control tool. In: *III International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists "Za nami budushhee" and a pilot International competition "Luchshij molodoj metrolog MGS SNG"*, 11–14 June 2024, Sankt-Petersburg: Tipografiya Litast; 2024. P. 442–444. (In Russ.).
19. Tret'yakova VYu et al. Interlaboratory benchmarking tests as a tool to improve the quality of measurements in the laboratory. In: *Standard samples in measurements and technologies: abstracts of reports. Part "Ru". VI International Scientific Conference*, 3–6 September 2024, Yekaterinburg, Russia. Yekaterinburg: D. I. Mendeleyev Institute for Metrology; 2024. P. 167–169. (In Russ.).
20. Ponomareva OB, Kanaeva YuV, Gaiko MV. Measurement techniques for the composition of air environments: development and application. *Measurement Standards. Reference Materials*. 2023;19(4):99–113. (In Russ.). <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2023-19-4-99-113>
21. Ponomareva OB, Kanaeva YV, Gaiko MV. Measurement techniques for the composition of air environments: development and application. In: Sobina EP et al. (eds). *Reference Materials in Measurement and Technology*. RMMT 2022. Springer, Cham.; 2022. p. 196–216. https://doi.org/10.1007/978-3-031-49200-6_13
22. Ponomareva OB, Kanaeva YuV, Gajko MV. Features of ensuring the quality of measurements of metal contents in air media. In: *Reference materials in measurement and technology: Part "Ru": Collection of works Vth international scientific conference*, 3–6 September 2024, Yekaterinburg, Russia. Yekaterinburg: D. I. Mendeleyev Institute for Metrology; 2024. P. 136–137. (In Russ.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Третьякова Виктория Юрьевна – старший инженер лаборатории метрологии аналитических измерений и межлабораторных сравнительных испытаний, УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»
620075, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская, 4
e-mail: tret'yakovavy@uniim.ru

Малахова Светлана Юрьевна – ведущий инженер лаборатории метрологии аналитических измерений и межлабораторных сравнительных испытаний, УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»
620075, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская, 4
e-mail: malahovasy@uniim.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Victoria Yu. Tret'yakova – Senior Engineer of the Laboratory for Metrology of Analytical Measurements and Interlaboratory Comparisons, UNIIM – Affiliated Branch of the D. I. Mendeleyev Institute for Metrology
4 Krasnoarmeyskaya St., Yekaterinburg, 620075, Russia
e-mail: tret'yakovavy@uniim.ru

Svetlana Yu. Malakhova – Leading Engineer of the Laboratory for Metrology of Analytical Measurements and Interlaboratory Comparisons, UNIIM – Affiliated Branch of the D. I. Mendeleyev Institute for Metrology
4 Krasnoarmeyskaya St., Yekaterinburg, 620075, Russia
e-mail: malahovasy@uniim.ru

Момотова Лина Юрьевна – инженер лаборатории метрологии аналитических измерений и межлабораторных сравнительных испытаний, УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»
620075, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская, 4
e-mail: momotovalu@uniim.ru

Lina Yu. Momotova – Engineer of the Laboratory for Metrology of Analytical Measurements and Interlaboratory Comparisons, UNIIM – Affiliated Branch of the D. I. Mendeleyev Institute for Metrology
4 Krasnoarmeyskaya St., Yekaterinburg, 620075, Russia
e-mail: momotovalu@uniim.ru

Пономарева Ольга Борисовна – ведущий научный сотрудник лаборатории метрологии аналитических измерений и межлабораторных сравнительных испытаний, УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»
620075, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская, 4
e-mail: ponomareva@uniim.ru

Olga B. Ponomareva – Leading Researcher of the Laboratory for Metrology of Analytical Measurements and Interlaboratory Comparisons, UNIIM – Affiliated Branch of the D. I. Mendeleyev Institute for Metrology
4 Krasnoarmeyskaya St., Yekaterinburg, 620075, Russia
e-mail: ponomareva@uniim.ru