

НСАМ: 60 лет на службе качества лабораторных исследований минерального сырья

М. И. Лебедева^{1,2}, А. А. Рогожин¹, к. ф. - м. н.

В 2024 году Научному совету по аналитическим методам (НСАМ) исполняется 60 лет. В статье отмечен неоценимый вклад основателей совета в создание и развитие системы управления качеством аналитических работ в геологической отрасли, обеспечение достоверности и сопоставимости лабораторных исследований минерального сырья. Приведен обзор руководящих документов, устанавливающих требования к основным этапам проведения аналитических работ – от отбора проб до всех видов контроля качества выполнения анализа горных пород и руд. Рассмотрены ключевые блоки Системы УКАР: методики измерений, стандартные образцы, межлабораторные сравнительные испытания, подтверждение компетентности лабораторий.

Ключевые слова: Научный совет, минеральное сырье, лабораторные исследования, отраслевые стандарты, нормы погрешности, методики измерений, стандартные образцы, лаборатории, геология, геологоразведочные работы.

Создание НСАМ, структура НСАМ, место в структуре НСАХ

Научный совет по аналитическим методам при Институте минерального сырья создан во исполнение Приказа № 229 Министерства геологии СССР от 18 мая 1964 года (рис. 1). Однако вопрос о необходимости наличия такого Научно-методического совета в геологической отрасли был поднят еще в июле 1942 года в Новосибирске на совещании работников химико-аналитических лабораторий территориальных геологических управлений Комитета по делам геологии при СНК СССР в рамках сообщения И. П. Алимарина (рис. 2) «Общие вопросы унификации методов анализа минерального сырья».

Докладчик отмечал, что «...брак, несомненно, часто связан с неправильным, на свой вкус, выбором методик анализа, внесением аналитиком собственных изменений и опусканием некоторых деталей анализа. Этот разноречивый не позволяет сопоставлять между собой работу

отдельных лабораторий, оценивать качество анализов, регламентировать погрешности и допустимые расхождения в их результатах. Нужно установить допустимые границы отклонений, а составленные инструкции проверить на практике. Унифицированные методики должны утверждаться компетентной комиссией при ВИМС. Каждая пропись унифицированного метода должна характеризоваться цифрами, обосновывающими их точность. Методы, принятые и утвержденные, должны быть обязательными для применения во всех лабораториях геологических управлений».

Совещание одобрило предложенные положения и рекомендовало разработать таблицу допустимых расхождений и проводить окончательное апробирование методов в Научно-методическом совете при ВИМС с дальнейшим утверждением в Геологическом комитете.

Однако, потребовалось более 20 лет для того, чтобы принятые положения были организационно оформлены. Лишь в ноябре 1964 года Научный Совет по аналитическим методам (НСАМ) при ВИМС приступил к работе.

Научному Совету по аналитическим методам поручено:

¹ ФГБУ «ВИМС», Москва.

² Lebedevami@vims-geo.ru.

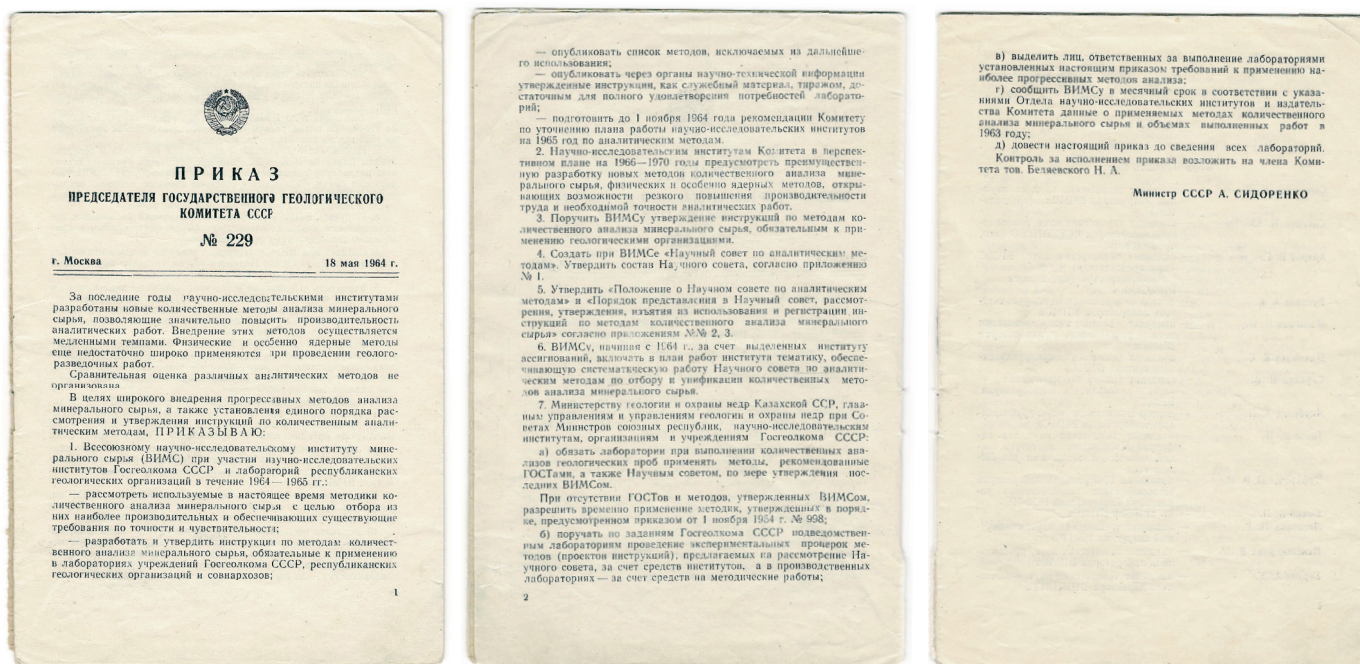


Рис. 1. Приказ № 229 Министерства геологии СССР от 18 мая 1964 года

- оценить используемые методики количественного анализа минерального сырья на соответствие требованиям по диапазонам измерений и точности анализа;
- отобрать методики, соответствующие этим требованиям;
- унифицировать и утвердить отобранные методики для обязательного применения в системе геологической службы;
- впредь координировать тематику исследований в области аналитических методов анализа в научно-исследовательских институтах и в методических группах производственных лабораторий Министерства геологии СССР и оценивать результаты этих исследований.

Первоначально НСАМ состоял из Бюро и специализированных секций по методам анализа: химической, спектральной, ядерно-физической, рентгеноспектральной и гидрохимической. Сейчас от деления на секции отказались, учитывая новые возможности в сфере коммуникации. Возглавляет НСАМ председатель, должность которого занимали: в 1964–1975 годах – В. Г. Сочеванов, в 1976–2005 годах – Г. В. Остроумов, с 2005 года по настоящее время – А. А. Рогожин (рис. 3).

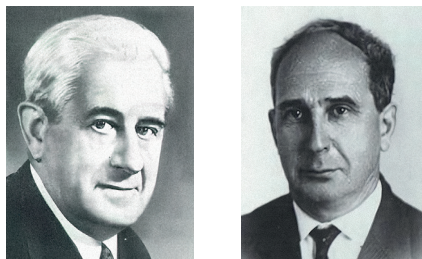


Рис. 2. Алимарин Иван Павлович



Рис. 3. Председатели НСАМ: Сочеванов Валентин Гермагенович, Остроумов Георгий Владимирович, Рогожин Александр Алексеевич

Большое влияние на создание и развитие системы лабораторного обеспечения, разработки единых требований к качеству исследований, централизованного обеспечения инструктивно-методическими материалами оказало придание ВИМС статуса Федерального научно-методического центра лабораторных исследований и сертификации минерального сырья Министерства природных ресурсов РФ России (ФНМЦ «ВИМС»), в структуру которого вошли 3 совета: по аналитическим методам (НСАМ), методам минералогических исследований (НСОММИ), методам технологических исследований (НСОМТИ) (рис. 4). Положение о ФНМЦ «ВИМС» утверждено 22 апреля 1997 года первым заместителем министра природных ресурсов Российской Федерации Б. А. Яцкевичем.

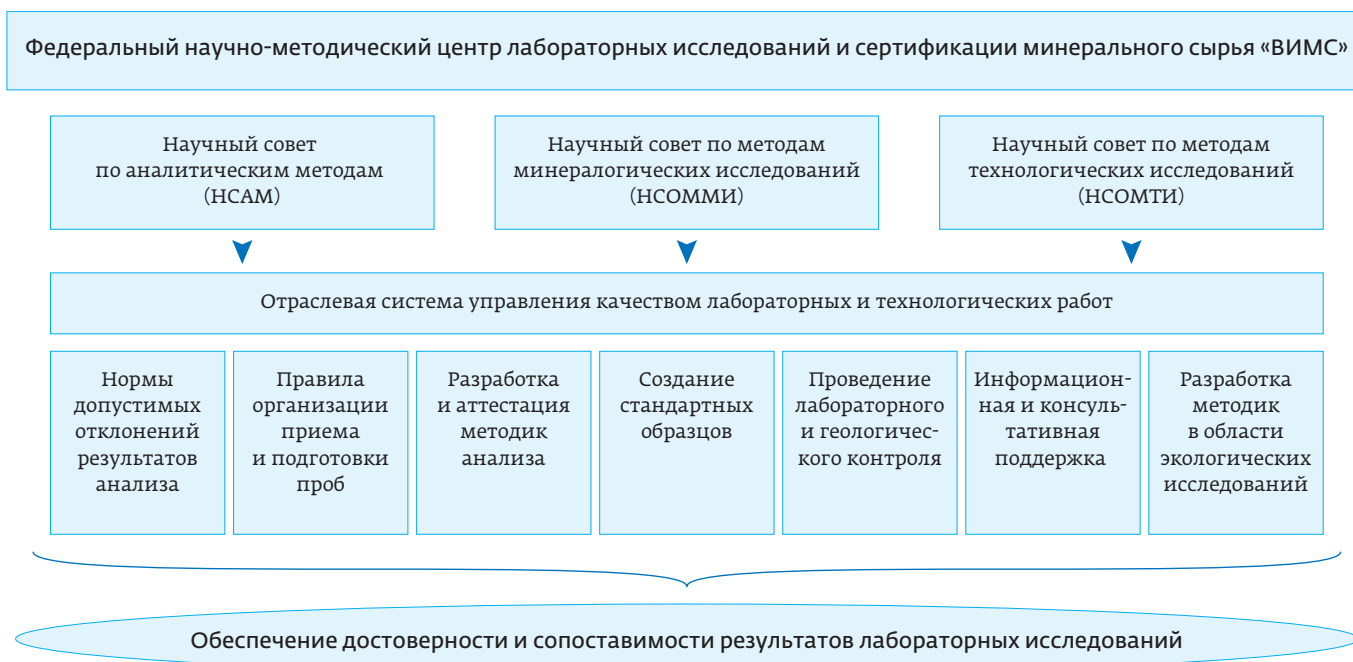


Рис. 4. Структура ФНМЦ «ВИМС»

Рабочим аппаратом НСАМ до 2007 года служил Сектор Унификации аналитических методов анализа минерального сырья, который в разные годы возглавляли В. Г. Сочеванов, В. В. Аносов, В. Л. Рябев, С. С. Гусев.

В 2007 году Сектор реорганизован в Отдел метрологии, стандартизации и аккредитации, который возглавила М. В. Мошкова, а с 2013 года по настоящее время возглавляет М. И. Лебедева.

НСАМ входит в структуру Научного Совета по аналитической химии (НСАХ) в Секцию прикладной аналитической химии как Комиссия по анализу минерального сырья.

Основа деятельности НСАМ – поддержание и развитие Системы управления качеством аналитических работ

Одно из важнейших условий получения достоверной, сопоставимой, метрологически оцененной и имеющей юридическую силу аналитической информации – качественное проведение лабораторно-аналитических исследований.

Для реализации этой цели в НСАМ разработана Система управления качеством аналитических работ (УКАР), охватывающая весь аналитический процесс.

Основы Системы УКАР заложены академиком И. П. Алимариным и профессорами В. Г. Сочевановым и Г. В. Остроумовым. В создании системы принимали участие В. В. Аносов, Л. Е. Бернштейн, Н. С. Масалович, Е. П. Осико, Е. И. Железнова, Г. А. Волкова, В. С. Воробьев, С. С. Гусев, В. Л. Рябев, М. В. Мошкова, М. И. Лебедева.

Система УКАР включает в себя:

- блок руководящих документов (РД);
- блок методик выполнения измерений (МВИ);
- блок стандартных образцов (СО);
- блок аттестации методик выполнения измерений, стандартных образцов (СО), организации межлабораторных сличительных испытаний (МСИ);
- блок подтверждения технической компетентности лабораторий.

Система УКАР устанавливает взаимосвязи между блоками системы и охватывает все этапы проведения лабораторно-аналитических исследований – от отбора проб до всех видов контроля качества выполнения анализа.

Блок руководящих документов

Блок РД включает в себя:

РД по нормам погрешности:

- ОСТ 41-08-212-04 «Нормы погрешности при определении химического состава минерального

сырья и классификация методик лабораторного анализа по точности результатов»;

- ОСТ 41-08-270-03 «Нормы точности при анализе подземных вод»;
- МУ № 36 «Классификация по категориям точности методов фазового анализа минерального сырья и допустимые погрешности (допуски) при их реализации».

РД по разработке и аттестации методик анализа:

- ОСТ 41-08-205-04 «Методики количественного химического анализа. Разработка, аттестация, утверждение»;
- ОСТ 41-08-266-04 «Методики количественного фазового анализа горных пород, руд и техногенных образований. Разработка, аттестация, утверждение».

РД по разработке и аттестации стандартных образцов:

- ОСТ 41-08-267-02 «Аттестованные смеси для фазового анализа минерального сырья. Разработка, изготовление, применение»;
- ОСТ 41-08-268-04 «Отраслевые стандартные образцы элементного состава твердых негорючих полезных ископаемых и горных пород. Разработка, аттестация, утверждение (признание), регистрация, выпуск, применение»;
- ОСТ 41-08-269-04 «Отраслевые стандартные образцы фазового состава и свойств минералов твердых негорючих полезных ископаемых и горных пород. Разработка, аттестация, утверждение (признание), регистрация, выпуск, применение».

РД по проведению всех видов контроля качества результатов анализа:

- ОСТ 41-08-214-04 «Внутренний лабораторный контроль точности (правильности и прецизионности) результатов количественного химического анализа»;
- ОСТ 41-08-265-04 «Статистический контроль точности (правильности и прецизионности) результатов количественного химического анализа»;
- ОСТ 41-08-272-04 «Методы геологического контроля качества аналитических работ»;
- РД «Организация и проведение сравнительных испытаний в лабораторной службе МПР России»;
- МУ № 37 «Внутренний и внешний лабораторный контроль воспроизводимости и правильности массового полуколичественного минералогического анализа».

РД по обращению с объектами аналитических работ:

- ОСТ 41-08-249-85 «Подготовка проб и организация выполнения количественного анализа в лабораториях Мингео СССР».

452	Методики измерений НСАМ
59	Методические указания НСАМ
9	Методические рекомендации НСАМ
13	Отраслевые стандарты системы УКАР
45	Инструкции НСОММИ
31	Методические указания НСОММИ
183	Методические рекомендации НСОММИ
48	Методики радионуклидного анализа
101	Методики предприятия (МП), стандарты предприятия (СТП)
162	Методические документы НСОМТИ

Рис. 5. Отраслевой реестр методик анализа, допущенных (рекомендованных) к применению при лабораторно-аналитическом обеспечении ГРР на ТПИ

В данный момент проводятся масштабные работы по стандартизации, в части перевода руководящих документов системы УКАР в национальные стандарты на основании ст. 14 Федерального закона от 29.06.2015 № 162-ФЗ [1]. К включению в Программу национальной стандартизации подготовлены 3 проекта ГОСТ Р, разработанные на основе ОСТ 41-08-212-04, ОСТ 41-08-272-04, ОСТ 41-08-249-85.

Блок методик выполнения измерений

В основе блока методик выполнения измерений лежит «Отраслевой реестр методик анализа, допущенных (рекомендованных) к применению при лабораторно-аналитическом обеспечении ГРР на ТПИ» (опубликован на сайте vims-geo.ru) [2].

Реестр включает в себя 1103 наименований документов (рис. 5), почти половину (46%) составляют методики измерений, рассмотренные НСАМ и рекомендованные к утверждению в ФНМЦ «ВИМС». Большая часть методик аттестована и внесена в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Такое большое количество методов и методик анализа обусловлено тремя основными факторами:

- многообразием задач аналитического сопровождения работ в сфере недропользования;
- эволюционным характером развития методов анализа;
- особенностями методик, «универсальных» и «специализированных» в отношении объектов анализа.

Следует отметить, что в документах ГКЗ и Мин-природы РФ установлен приоритет методик НСАМ/НСОММИ/НСОМТИ при изучении вещественного состава твердых полезных ископаемых. Ежегодный анализ запросов на приобретение подтверждает широкое распространение методик НСАМ в геологической отрасли (рис. 6).

Блок стандартных образцов

В основе блока стандартных образцов (СО) лежит «Отраслевой реестр стандартных образцов, допущенных (рекомендованных) к применению при лабораторно-аналитическом обеспечении ГРП на ТПИ» [3] (рис. 7).

Реестр включает в себя 1181 стандартный образец, их них: 429 образцов категории государственные (ГСО), 350 образцов категории отраслевые (ОСО), 322 образца категории СОП (стандартные образцы предприятия), 80 образцов категории межгосударственные (МСО).

Более половины всех стандартных образцов приходится на руды благородных металлов, продукты их переработки, что в целом обусловлено большими объемами их потребления (средние массы навесок, используемые при анализе, составляют 25–50 г).

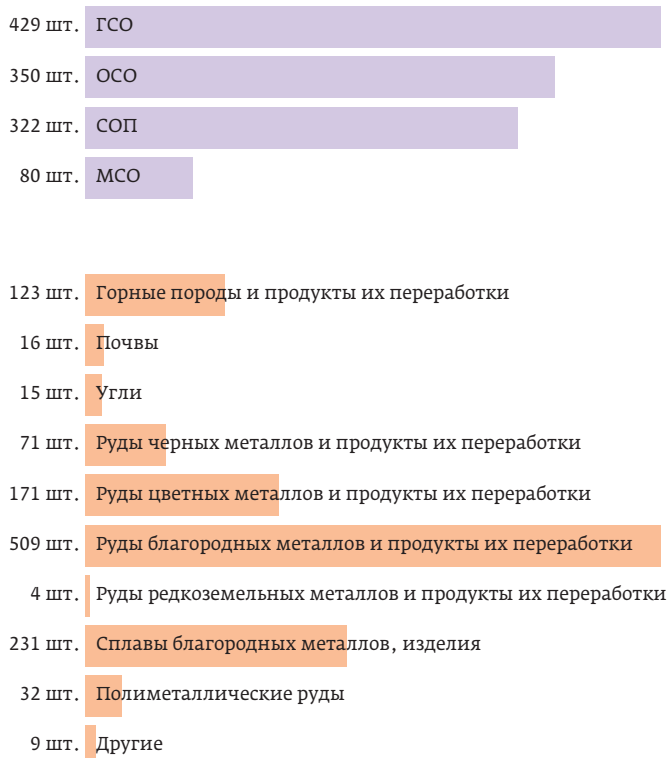


Рис. 7. Отраслевой реестр стандартных образцов, допущенных (рекомендованных) к применению при лабораторно-аналитическом обеспечении ГРП на ТПИ

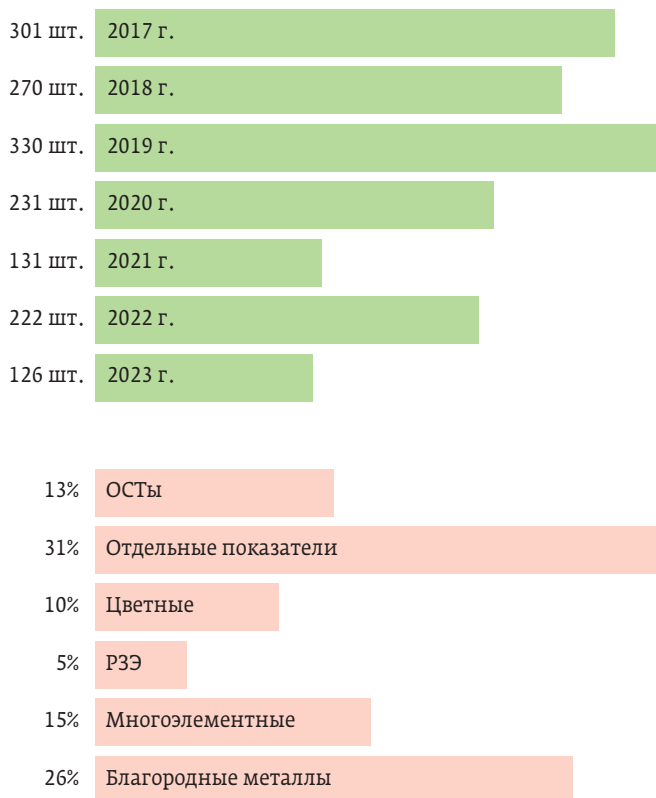


Рис. 6. Анализ востребованности методик НСАМ

Представленная номенклатура стандартных образцов не в полном объеме обеспечивает потребности отрасли, в том числе:

- материал аттестованных ранее СО не соответствует по матрице разрабатываемым в настоящее время месторождениям;
- большая часть СО имеет истекший срок годности, либо фактически материал полностью израсходован;
- недостаточное количество многоэлементных стандартных образцов с метрологическими характеристиками, соответствующими современному оборудованию и методам анализа;
- неравномерное распределение количества стандартных образцов по видам ТПИ;
- метрологическая прослеживаемость большей части СО не обеспечена.

В связи с этим одним из ключевых направлений работ является развитие национального банка матричных стандартных образцов. Силами института и других производителей на регулярной основе выпускаются стандарты, изготовленные из основных типов руд отечественных месторождений. Карта матричных стандартных образцов производства ФГБУ «ВИМС» приведена на рис. 8.

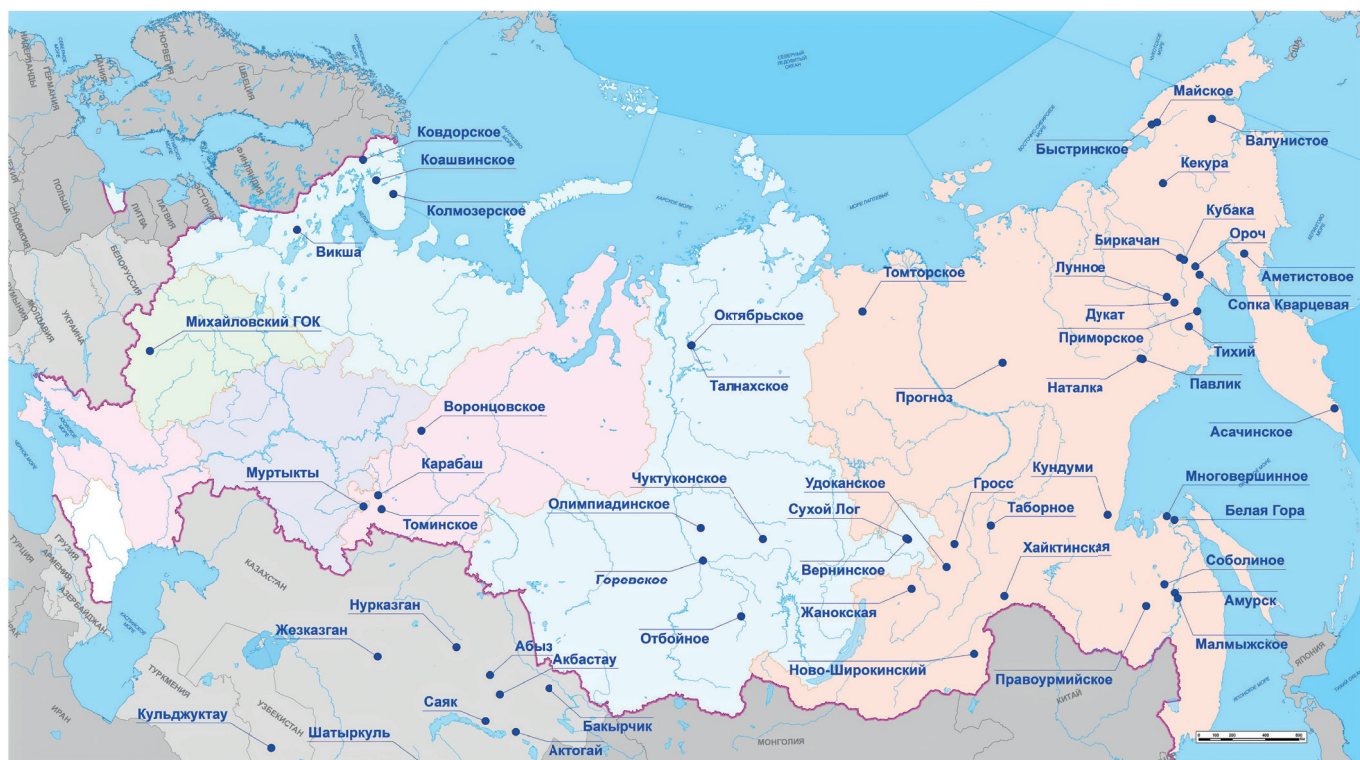


Рис. 8. Карта матричных стандартных образцов производства ФГБУ «ВИМС»

Блок аттестации методик выполнения измерений, стандартных образцов и организации межлабораторных сличительных испытаний

Блок аттестации методик выполнения измерений (МВИ), стандартных образцов (СО) и организации межлабораторных сличительных испытаний (МСИ) включает в себя:

- метрологическую службу, аккредитованную на право выполнения работ по аттестации МВИ, аттестат аккредитации № 01.00115-2013, бессрочный;
- аккредитованного производителя СО, аттестат аккредитации № ААС.РМ.00190, действителен до 25.07.2027;
- аккредитованного Провайдера МСИ, аттестат аккредитации № ААС.РТР.00327, действителен до 09.07.2025.

За 2019–2023 годы силами ФГБУ «ВИМС» совместно с заинтересованными организациями разработано, аттестованно и актуализировано более 70 инструктивно-методических документов.

В рамках метрологического обеспечения проводятся работы по изготовлению стандартных образцов различных видов ТПИ, а также предусмотрена процедура продления срока действия СО в категории ОСО и СОП по результатам оценки стабильности метрологических

характеристик СО. ФГБУ «ВИМС» располагает всеми необходимыми ресурсами для выполнения полного комплекса работ по изготовлению СО, включая научный потенциал, накопленный за многие десятилетия существования института, современное техническое оснащение и успешное сотрудничество с ведущими аналитическими лабораториями отрасли.

Провайдер МСИ ФГБУ «ВИМС» на регулярной основе (не менее 10 программ в год) проводит межлабораторные сравнительные испытания химического, радиоизотопного и минерального составов различных объектов, включая горные породы, руды полиметаллические, руды черных, цветных, благородных металлов, редкоземельного, нерудного минерального сырья, сплавов, а также искусственных смесей минералов. В программах МСИ приняло участие более 100 лабораторий (в т. ч. из стран СНГ).

Блок подтверждения технической компетентности

Практика подтверждения технической компетентности в геологической отрасли введена с 80–90 годов и проводилась в форме аттестации лабораторий согласно МУ НСАМ № 17 «Аттестация аналитических лабораторий Мингео СССР», утвержденным заместителем министра геологии СССР И. Д. Вороной, МУ НСАМ

№ 44 «Аттестация лабораторной службы организаций Мингео СССР, утвержденным заместителем министра геологии СССР В. Ф. Роговым.

С 1994 года ФГУП «ВИМС» аккредитован Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) в качестве Органа по аккредитации аналитических лабораторий (аттестат Органа по аккредитации РОСС RU.0001.500011 от 15.06.1994 г.).

В 2008 году в соответствии с действующим законодательством Органы по аккредитации перерегистрированы как Экспертные организации. Экспертная организация ФГУП «ВИМС» зарегистрирована в Едином реестре организаций аккредитованных Росстандартом под № РОСС RU.0001.50ЭО09 от 01.12.2008.

В 2011 году началась реформа системы аккредитации в РФ, которая заключалась в централизации и передаче в «единые руки» соответствующих функций. По Указу Президента (№ 86 от 24.01.2011) создана Федеральная служба по аккредитации (Росаккредитация). В переходный период (2011–2013 гг.) ФГУП «ВИМС» также проводил аккредитацию лабораторий на основании подписанного Соглашения о взаимодействии между Росаккредитацией и Экспертной организацией ФГУП «ВИМС». Но уже с конца 2012 года функция распределения лабораторий между Экспертными организациями возложена на Росаккредитацию.

Следует отметить, что законы РФ «О недрах» № 2395-1 [4] и № 412-ФЗ [5] не содержат требований к подтверждению компетентности лабораторий, выполняющих исследования горных пород, руд и продуктов переработки, непосредственно в Национальной системе.

Требования к лабораториям, выполняющим испытания проб твердых полезных ископаемых при проведении геологоразведочных работ, определены в методическом документе «Рекомендации по управлению качеством и контролю качества рядового опробования месторождений твердых полезных ископаемых (кроме углей и горючих сланцев)» [6], разработанном ФБУ «ГКЗ», утвержденном и рекомендованном к применению НТС Минприроды России (Протокол № 6 от 10.02.2015).

В соответствии с указанными Рекомендациями (п. 59), техническая компетентность лаборатории должна быть подтверждена аккредитацией в национальной

(Росаккредитация) или международной (ILAC, APAC) системе аккредитации и/или сертификацией в системе добровольной сертификации систем менеджмента качества организаций и лабораторий в сфере недропользования «УКАРГЕО» на соответствие требованиям ГОСТ ISO / IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» [7].

Для упорядочивания сведений о технической компетентности лабораторий отрасли ФГБУ «ВИМС» разработал и ведет «Отраслевой реестр аккредитованных/сертифицированных лабораторий» [8].

93 лаборатории отрасли, включенные в реестр, имеют действующие документы, подтверждающие техническую компетентность. При этом 13 лабораторий подтвердили компетентность в нескольких системах (рис. 9).

Реестр удобен к использованию недропользователям, экспертам ГКЗ, а также всем заинтересованным лицам.

Заключение

ФГБУ «ВИМС» на протяжении уже более 60 лет поддерживает высокий уровень и полноту методического и метрологического обеспечения и сопровождения лабораторных работ при ГРР на ТПИ с целью обеспечения достоверности и сопоставимости аналитических данных.

Научный Совет по аналитическим методам (НСАМ) при ФНМЦ «ВИМС» продолжает успешно

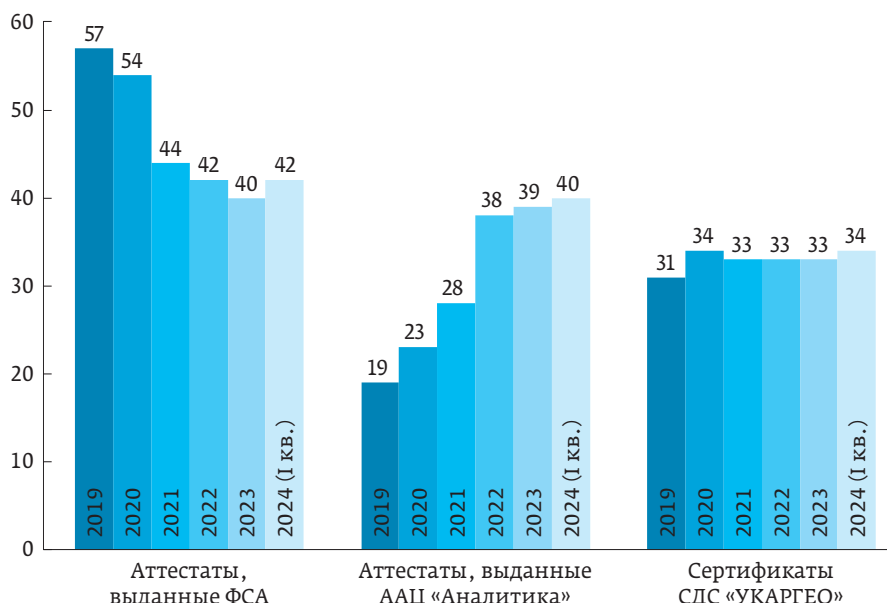


Рис. 9. Документы, подтверждающие компетентность лабораторий, включенных в Отраслевой реестр



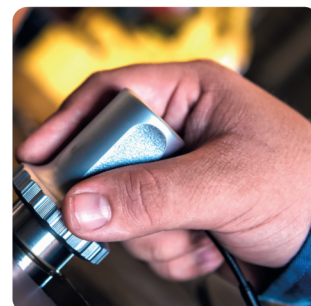
RUSSIA

22|23|24 ОКТЯБРЯ

2024

Москва, Крокус Экспо

24-я Международная
выставка
оборудования
для неразрушающего
контроля



Организатор — компания MVK
Офис в Санкт-Петербурге



Международная
Выставочная
Компания

+7 (812) 401 69 55
ndt@mvk.ru

Подробнее о выставке:
ndt-russia.ru

12+

функционировать, развивая и совершенствуя все блоки Системы управления качеством аналитических работ (УКАР).

С огромным уважением и благодарностью предшественникам уверенно смотрим в качественное аналитическое будущее.

Литература

1. Федеральный закон «О стандартизации в Российской Федерации» от 29.06.2015 N 162-ФЗ.
2. Отраслевой реестр методик анализа, допущенных (рекомендованных) к применению при лабораторно-аналитическом обеспечении ГРП на ТПИ, <http://www.vims-geo.ru>
3. Отраслевой реестр стандартных образцов, допущенных (рекомендованных) к применению при лабораторно-аналитическом обеспечении ГРП на ТПИ, <http://www.vims-geo.ru>
4. Закон РФ «О недрах» от 21.02.1992 N 2395-1
5. Федеральный закон «Об аккредитации в национальной системе аккредитации» от 28.12.2013 N 412-ФЗ
6. «Рекомендации по управлению качеством и контролю качества рядового опробования месторождений твердых полезных ископаемых (кроме углей и горючих сланцев)», ФБУ «ГКЗ», утверждены и рекомендованы к применению НТС Минприроды России (Протокол № 6 от 10.02.2015)
7. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий»
8. Отраслевой реестр аккредитованных/сертифицированных лабораторий, <http://www.vims-geo.ru>.

References

1. The Federal law – On Standardization in the Russian Federation dated 29.06.2015 N 162-FZ.
2. Industry register of analysis methods approved (recommended) for use in laboratory and analytical support for geological prospecting and exploration of solid minerals, <http://www.vims-geo.ru>
3. Industry register of CRMs approved (recommended) for use in laboratory and analytical support for geological prospecting and exploration of solid minerals, <http://www.vims-geo.ru>
4. The law of the Russian Federation – On mineral resources dated 21.02.1992 N 2395-1

5. The Federal law – On accreditation in the national accreditation system dated 28.12.2013 N 412-FZ
6. Recommendations for quality management and quality control of solid mineral deposits testing (except coal and oil shale), Federal State-Funded Institution GKZ, approved and recommended for use by the Russian Ministry of Natural Resources.
7. GOST ISO/IEC 17025-2019 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories
8. Industry register of accredited/certified laboratories, <http://www.vims-geo.ru>.

Авторы / Authors

Лебедева Мария Игоревна, заведующий отделом метрологии, стандартизации и аккредитации ФГБУ «ВИМС», Москва. Область научных интересов: метрология, стандартные образцы, методики измерений, лабораторные исследования минерального сырья.

Lebedeva Maria Igorevna, head of the department of metrology, standardization and accreditation of the Federal State Budgetary Institution «VIMS», Moscow. Research interests: metrology, certified reference materials, measurement techniques, laboratory tests of mineral raw materials.

Lebedevami@vims-geo.ru

Рогожин Александр Алексеевич, к.ф.м.н., первый заместитель генерального директора по основной деятельности ФГБУ «ВИМС», Москва. Область научных интересов: аналитические и технологические исследования минерального сырья.

Rogozhin Alexander Alekseevich, Ph.D., First Deputy General Director of the Federal State Budgetary Institution «VIMS», Moscow. Research interests: analytical and technological studies of mineral raw materials

rogojin@vims-geo.ru

Конфликт интересов / Conflict of Interest

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 03.06.2024

Принята к публикации 10.06.2024



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ТЕХНОСФЕРА» ПРЕДСТАВЛЯЕТ КНИГУ:



1090 руб.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ коллективная монография

под ред. Карпова Ю.А., Барановской В.Б., Житенко Л.П.

М.: ТЕХНОСФЕРА, 2019. – 400 с. ISBN 978-5-94836-554-1

Благородные (драгоценные) металлы относятся к важнейшим видам современных материалов. Они являются валютными ценностями, широко применяются в ювелирном деле, в электронной, химической, машиностроительной промышленности, в медицине и многих других областях человеческой деятельности. Функциональные свойства этих материалов неразрывно связаны с их химическим составом, который устанавливают с помощью аналитического контроля. В настоящей монографии рассмотрены современные методы анализа (атомно-спектральные, рентгеноспектральные, физико-химические и другие), методы пробирного концентрирования, методики аналитического контроля конкретных объектов, стандарты на методы анализа и проблемы развития аналитической химии благородных металлов. Эта информация представляет интерес для работников аналитических лабораторий, научно-исследовательских организаций и многочисленных потребителей материалов и изделий, содержащих благородные металлы.

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

125319, Москва, а/я 91; тел.: +7 495 234-0110; факс: +7 495 956-3346; e-mail: knigi@technosphere.ru; sales@technosphere.ru

Петербургский международный ГАЗОВЫЙ ФОРУМ - 2024

РЕКЛАМА

18+

8-11 октября



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ЭКСПОФОРУМ

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР



ПАРТНЕРЫ



ОРГАНИЗАТОР



GAS-FORUM.RU



САМАЯ АКТУАЛЬНАЯ
ИНФОРМАЦИЯ О ПМГФ
В TELEGRAM-КАНАЛЕ
@GASFORUMSPB





ТЕХНОСФЕРА
РЕКЛАМНО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР

100% ГАРАНТИЯ
ПОЛУЧЕНИЯ ВСЕХ НОМЕРОВ



Стоимость 2200 р. за номер
Периодичность: 10 номеров в год
www.electronics.ru



Стоимость 1450 р. за номер
Периодичность: 8 номеров в год
www.photonics.ru



Стоимость 1450 р. за номер
Периодичность: 6 номеров в год
www.j-analytics.ru

ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛЫ

www.technosphere.ru



Стоимость 1300 р. за номер
Периодичность: 8 номеров в год
www.lastmile.ru



Стоимость 1300 р. за номер
Периодичность: 8 номеров в год
www.nanoindustry.ru



Стоимость 1800 р. за номер
Периодичность: 4 номера в год
www.stankoinstrument.ru