

УДК 556.023

**ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
АНАЛИТИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ
ПРИ РЕШЕНИИ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ
ГИДРОГЕОЛОГИИ**

А.А. Хващевская

Томский политехнический университет

E-mail: unpc_voda@mail.ru

**Хващевская Альбина Ана-
тольевна**, канд. геол.-
минерал. наук, заведующий
лабораторией кафедры гидро-
геологии, инженерной геоло-
гии и гидрогеоэкологии Ин-
ститута природных ресурсов
ТПУ.

E-mail: unpc_voda@mail.ru.
Область научных интересов:
анализ и оценка качества вод.

Представлен опыт организации деятельности аккредитованной аналитической лаборатории по анализу вод природных поверхностных и подземных, питьевых и сточных различной степени минерализации при решении практических и теоретических вопросов геохимии (изучение условий формирования состава вод, оценка их качества для различных целей водопользования, поиски и разведка полезных ископаемых и пр.).

Ключевые слова:

Аккредитованная лаборатория, качество.

Аналитическая химия как прикладная наука создает количественную основу для фундаментальных исследований и практических разработок в геологии, гидрогеологии, геохимии и других науках. Ее данные обеспечивают современный уровень геологического картирования; прогноз, поиски и разведку месторождений полезных ископаемых; количественную оценку прогнозных ресурсов и запасов; оценку экологического состояния окружающей среды; мониторинг состояния и изменения качества окружающей среды.

В арсенале современной аналитики имеется широкий комплекс аналитических методов, методический аппарат и современный парк оборудования. Вместе с тем организация деятельности современной аналитической лаборатории соответствует требованиям Системы аккредитации аналитических лабораторий (СААЛ) (до 2011 г.), Росаккредитации и требованиям национальных и международных стандартов ИСО 9001, ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2006 [1] и удовлетворяет следующим критериям.

Критерии совершенной лаборатории:

- многократно подтвержденный аттестат аккредитации;
- автоматизация лабораторных процессов (наличие ЛИМС);
- эффективная кадровая политика, подбор персонала и повышение его квалификации;
- совершенная материальная база – необходимое лабораторное оборудование и материалы, своевременно поверяемые средства измерения, реактивы, стандартные образцы;
- установленные условия обеспечения качества и безопасности испытаний;
- наличие процедуры контроля качества испытаний и проведение корректирующих мероприятий по его результатам;
- систематическое участие в межлабораторных сравнительных испытаниях (МСИ) и последующие корректирующие мероприятия по его результатам;
- наличие эффективной системы менеджмента качества с учетом ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025;
- длительный опыт делового совершенства.

Соответствовать всем этим требованиям стремится Проблемная научно-исследовательская лаборатория (ПНИЛ) гидрогеохимии Научно-образовательного центра «Вода» Института природных ресурсов ТПУ.

Историческая справка

В соответствии с научным положением академика В.И. Вернадского о динамическом равновесии системы вода–порода–газ–органическое вещество, характер которого определяет направленность геохимических процессов и формирование состава вод, в 1963 г. П.А. Удодовым создана ПНИЛ гидрогеохимии как комплексная аналитическая лаборатория для определения широкого комплекса химических элементов, водорастворенных газов He, H₂, O₂, CO₂, CH₄ и др., бактерий геохимического цикла серы, углерода, железа и азота, являющихся чутким индикатором экологического состояния вод, органических веществ, изотопов углерода.

К настоящему времени в лаборатории получена гидрогеохимическая информация о *распространенности* химических элементов практически во всех гидрогеохимических провинциях и ландшафтно-климатических зонах – тундровых, горно-таежных и степных, выяснены *процессы накопления и рассеяния* химических элементов в водах и объяснены условия формирования природных повышенных концентраций ряда химических элементов, превышающих ПДК для питьевых вод: Si Al Fe Mn Ca (Ba Sr) на основе анализа стадийности эволюционного развития системы вода–порода в определенных геохимических типах вод, сопряженных с образующимися вторичными минералами: гиббситом, гетитом, каолинитом, кальцитом и др., разработана методика гидрогеохимических методов поиска рудных месторождений и пр.

Структура лаборатории

Лаборатория является структурным подразделением научно-образовательного центра «Вода» Института природных ресурсов Томского политехнического университета (далее лаборатория). В состав лаборатории входит два сектора – геохимический и аналитический.

Аналитический сектор является базовым и состоит из шести групп: **1) общего количественного химического анализа (КХА) и 2) количественного химического анализа микрокомпонентов**, осуществляющих определение химических элементов в природных, в том числе минеральных, пресных, соленых водах и рассолах, сточных водах с использованием методов титриметрии, потенциометрии, фотоколориметрии, флуориметрии, атомной абсорбции и ионной хроматографии, инверсионной вольтамперометрии, атомно-эмиссионной спектрометрии; **3) газовой хроматографического анализа**, осуществляющего определение газов природных, в том числе растворенных в воде и нефти, и нефтепродуктов в водах; **4) микробиологии и анализа органических веществ**, осуществляющая определение органических веществ и микрофлоры группы углерода, азота, серы, железа с целью изучения геохимических процессов обогащения вод химическими элементами, оценки их экологического состояния, решения геотехнологических задач; **5) грунтоведения**, осуществляющая определения показателей влажности, плотности и гранулометрического состава для целей инженерно-геологических исследований и строительства; **6) биотестирования**, осуществляющая определение токсичности вод по реакции инфузорий, предназначенную для оперативного контроля токсичности проб поверхностных, грунтовых, пресных, хозяйственно-питьевых и промышленных сточных вод, водных вытяжек из почвы, донных осадков и промышленных отходов.

Сектор геохимического анализа и прогноза осуществляет геохимическое картирование и отбор проб. Выполняет камеральные работы по обработке полевых материалов и результатов КХА. Проводит геологические и геолого-экологические исследования и дает заключения о качестве природных вод, соответствии их требованиям нормативных документов, составу минеральных вод, оценке эколого-геохимического состояния водной среды и воздействия промышленных предприятий, а также делает геохимический прогноз изменения качества вод, в том числе при заводнении нефтяных пластов.

Деятельность лаборатории

Лаборатория функционирует с целью получения новой информации о распространенности химических элементов и их соединений в водах разных геохимических типов и обеспечения подразделений ТПУ и заказчиков достоверной информацией о состоянии окружающей природной среды в зоне деятельности предприятий заказчиков, о химическом, микробиологическом, газовом составе и токсичности следующих объектов:

- воды природной подземной и поверхностной;
- воды источников (поверхностных, подземных) централизованного и нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения,
- воды для заводнения нефтяных пластов;
- сточных вод;
- почв и донных отложений,
- а также о физико-химических свойствах грунтов.

Лаборатория обеспечивает выполнение аналитических работ в закрепленной за ней области аккредитации с целью:

- осуществления многоцелевого геохимического картирования;
- геолого-экологических исследований;
- поиска источников водоснабжения и минеральных вод;
- инженерно-геологических исследований и изысканий для строительства зданий и сооружений I и II уровней ответственности в соответствии с государственным стандартом;
- геохимического прогноза рудоносности и нефтегазоносности;
- оценки качества природных вод и водоподготовки;
- мониторинга качества вод и эколого-геохимического состояния объектов окружающей среды;
- контроля качества питьевой и минеральной воды;
- производственного геологического, технологического контроля качества воды для заводнения нефтяных пластов;
- оценки загрязненности природных, питьевых, сточных вод, почв, донных осадков и промышленных отходов.

Аккредитация

Лаборатория аккредитована в системе аккредитации аналитических лабораторий (СА-АЛ) и подтверждает свою компетентность и соответствие требованиям СААЛ, ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2006 в утвержденной области в течение 13 лет. В лаборатории разработано и успешно применяется Руководство по качеству, отражающее организацию работ по осуществлению измерений показателей объектов, входящих в область аккредитации. Проводится определение широкого круга показателей:

- обобщенных, неорганических химических элементов (pH, NH₄, NO₂, NO₃, PO₄, SO₄, Cl, F, J, Br, Ca, Mg, Na, K, Fe, Al, Si, Mn, Li, Sr, Pb, Cu, Zn, Cd, Bi, As, Ag, Hg, Mo, Ni, Co, Cr, Ba, B, Be, Se, Sn и др.);
- органического вещества (общий, неорганический, летучий и нелетучий органический углерод, нефтепродукты, фенолы, СПАВ, фульво- и гуминовые кислоты, окисляемость, ХПК, БПК и др.);
- микрофлоры, бактерий геохимического цикла углерода, азота, серы и железа, состава водорастворенного газа (He, H, O₂, N₂, CO₂, CH₄, nCH₄ и др.).

Проведение любого рода исследований для реализации перечисленных выше целей сопровождается различным набором определяемых показателей. При этом уровень их содержания может варьировать от тысячных до десятков и сотен мг/л.

Кадровая политика

Специалисты лаборатории имеют образование в соответствии с квалификационными требованиями. Одно из направлений кадровой политики лаборатории – повышение и подтверждение квалификации сотрудников, включающее стажировку на рабочем месте для вновь поступающего персонала, проведение и участие в научных семинарах кафедры и подразделениях ТПУ, научно-практических семинарах компаний производителей аналитического оборудования (ООО «Люмэкс-маркетинг» г. С-Петербург, Spektronika г. Москва) и аналитического центра ЗАО «Роса», направление специалистов на курсы повышения квалификации в организации идентичного профиля деятельности, а также учеба в аспирантуре.

Нормативно-методическое обеспечение

Перечень представленных выше показателей определяется требованиями нормативных документов различного функционального назначения объекта исследования. Прежде всего, это Санитарные правила и нормы и гигиенические нормативы по охране вод СанПиН 2.1.5.980-00, ГН 2.1.5.2280-07, СП 2.1.5.1059-01, а так же для оценки качества воды питьевой: централизованных систем водоснабжения СанПиН 2.1.5.980-00, СанПиН 2.1.4.1074-01, ГН 2.1.5.1315-03; нецентрализованного водоснабжения СанПиН 2.1.4.1175-02; расфасованной в емкости СанПиН 2.1.4.1116-02 и ГОСТ Р 52109-2003; минеральной питьевой лечебной и лечебно-столовой ГОСТ 13273-88.

Требования к качеству воды для заводнения нефтяных пластов регламентируются ОСТ 39-225-88, РД 39-1-1155-84, для инженерно-экологических изысканий для строительства требования отражены в СП 11-104-97, СП 11-102-97, СП 11-105-97, СНиП 2.03.11-85.

Для проведения работ в утвержденной области аккредитации у лаборатории в наличии имеется актуализированный фонд нормативной документации (НД) ранга ГОСТ, ГОСТ Р, РД, ПНД Ф, ФР, ОСТ. Анализ объектов, входящих в область аккредитации лаборатории, проводится по методикам, внесенным в государственный реестр методик КХА и оценки состояния объектов окружающей среды, формируемого ФГУ «Федеральный центр анализа и оценки техногенного воздействия», «Федерального перечня методик выполнения измерений, допущенных для государственного экологического контроля применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнений», пересмотренных с учетом требований ГОСТ Р ИСО 5725. Перечень используемых в лаборатории методик включен в Паспорт лаборатории.

Оснащенность

Для проведения аналитических работ в области, закрепленной аттестатом аккредитации, лаборатория обеспечена необходимым оборудованием. В настоящий момент в лаборатории эксплуатируется порядка 80 единиц оборудования. В соответствии с утвержденным графиком проводится его поверка (СИ) и аттестация (ИО). В лаборатории имеется банк данных по производителям и поставщикам аналитического и сопутствующего ему оборудованию. Постоянными и надежными основными поставщиками оборудования в лабораторию являются компании Spektronika г. Москва (ионные хроматографы, анализатор углерода), «Люмэкс маркетинг» г. С-Петербург (анализаторы жидкости «Флюорат», МГА-915), «Томьаналит» г. Томск (вольтамперометрические анализаторы), «ЮНИКО-СИС» г. С-Петербург (спектрофотометры), ООО НПП «Эконикс» г. Москва (потенциометрическое оборудование) и др. Каждая единица приобретенного оборудования проходит процедуру входного контроля и запуска для своевременного исключения возможной заводской неисправности и получения надежной и достоверной информации об объекте исследования.

Контроль качества

В лаборатории функционирует система менеджмента качества, основные элементы которой изложены в Руководстве по качеству. С целью подтверждения информации о соответствии лаборатории требованиям системы качества и ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025 осуществляются внутренние проверки процедур, регламентированных Руководством по качеству на основании программы внутренних проверок, составлены планы-графики контроля, осуществляется анализ информации, полученной по результатам контроля качества, разрабатываются необходимые корректирующие и предупреждающие действия. Экспериментальная проверка технической компетенции лаборатории проводится в рамках межлабораторных сравнительных испытаний (МСИ). Экспертной организацией и координатором проведения выступал ФГУП «УНИИМ» г. Екатеринбург. Результаты участия лаборатории в МСИ за 2010 г., приведенные в таблице, являются удовлетворительными.

Таблица. Результаты участия ПНИЛ гидрогеохимии в МСИ за 2010 г.

Объект	Показатель	Результат анализа, мг/дм ³	Аттестованное значение, мг/дм ³
Вода природная	АПАВ	0,172	0,20
	Фосфат-ион	1,48	1,50
		1,02	1,00
	Фторид-ион	1,51	1,50
		0,81	0,75
	Хлорид-ион	62,1	65,0
		54,6	50,0
	Нитрат-ион	31,2	25,0
		9,06	8,0
	Железо общее	1,12	1,00
	Цинк	0,81	1,00
	Общая жесткость, °Ж	3,0	3,06
	Кальций	30,0	30,1
	Магний	18,3	18,2
	Калий	4,8	5,08
Натрий	27,0	23,8	
Марганец	0,052	0,05	
Сульфат-ион	91,35	94,7	

Работа с заказчиками

Долгосрочный опыт работы лаборатории это и большой опыт партнерской работы. Основными партнерами (заказчиками) являются Томские ВУЗы – подразделения ТПУ и ТГУ, академические институты – Томский филиал Института нефтегазовой геологии, геофизики им А.А. Трофимука СО РАН (ТФ ИГГГ СОРАН), производственные организации – ООО «Томская нефть», ОАО «ТомскНИПИнефть ВНК», ООО «ЖИАНТ», ЗАО «ЭлеСи», ОАО «Томскгеомониторинг», ООО «Центр гидрогеологических исследований», ООО «Томская комплексная геологоразведочная экспедиция» и др.

Лаборатория поддерживает связь с заказчиком по разъяснению технических вопросов по отбору и доставке проб для анализа; информирует о результатах аналитических работ или отклонениях в ходе работ, при необходимости – корректирует планы и содержания работ и т. д. Все спорные вопросы, возникающие в ходе проведения аналитических работ, обсуждаются руководством лаборатории и согласовываются с заказчиком, при необходимости вносят изменения и дополнения к договору, контракту.

Связь с учебным процессом

Получаемый в лаборатории большой фактический материал имеет высокий уровень достоверности, что позволяет реализовывать ориентацию на единство научного и образовательного процессов. С использованием полученной в лаборатории информации расширены разделы лекционных курсов и лабораторных работ по 13 учебным дисциплинам: «Гидрогеохимия зоны гипергенеза», «Синергетика геологических систем», «Комплексное использование и охрана водных ресурсов», «Гидрогеохимические поиски МПИ», «Водная миграция химических элементов», «Геологическая эволюция системы вода–порода», «Нефтегазовая гидрогеология», «Общая гидрогеология», «Биология», «Почвоведение», «Ландшафты и природно-техногенные комплексы», «Анализ и улучшение качества вод», «Водные ресурсы и основы водного хозяйства».

Опубликовано учебное пособие «Микробиология воды». Подготовлены учебные пособия для проведения учебных эколого-гидрогеологических и гидрогеологических практик «Путеводитель по соленым минеральным озерам Южно-Минусинского бассейна Хакасии» и «Путеводитель по минеральным водам Хакасии».

Лаборатория обеспечивает выполнение выпускных квалификационных и научно-исследовательских работ студентов, магистрантов, аспирантов и докторантов, среди которых есть Лауреаты университетского тура Всероссийского конкурса НИР магистрантов и студентов по разделу: «Горное дело, горнодобывающая промышленность, геолого-минералогические науки», победители конкурса «Лучший выпускник России» в 2006 и 2007 гг., обладатели Международной стипендии им. академика В.И. Вернадского, стипендии Президента РФ. Разрабатывается программа послевузовского образования «Методы анализа природных вод и требования к обоснованию их качества при проведении эколого-геохимических и геохимических исследований».

Разработка нормативной документации

Одновременно с выполнением аналитических работ на базе лаборатории совместно с Центром по метрологии ТПУ и другими организациями разработаны и зарегистрированы в Федеральном информационном фонде следующие методики измерений: ФР.1.31.2011.10459 (определение кислорода в воде), ФР.1.31.2011.09966 (определение сульфат-ионов в воде), ФР.1.31.2011.09190 (определение карбонат-, гидрокарбонат-ионов и свободной угольной кислоты в воде), ФР.1.31.2011.09191 (определение жесткости воды) и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2006 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» // Помощь по ГОСТам. 2012. URL: www.gosthelp.ru/gost/gost161.html. 2012 (дата обращения: 15.03.2012).

Поступила 12.04.2012 г.