



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ОРДЕНА
ЛЕНИНА И ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ ИНСТИТУТ ГЕОХИМИИ И
АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ им. В.И. ВЕРНАДСКОГО РАН (ГЕОХИ РАН)**

*Аналитический отдел Института геохимии и аналитической
химии им. В.И. Вернадского РАН*

***Основные этапы становления аналитической химии
в ГЕОХИ РАН***

*Историческая справка
(2013 г.)*

<http://www.geokhi.ru>

Автор: д.х.н. М.П. Волынец

Редакция: В.П. Колотов

*О современном состоянии работ в лабораториях аналитического отдела
см. Буклет о ГЕОХИ РАН (2017 г.)*

Основные этапы становления, тенденции развития аналитической химии в ГЕОХИ РАН

Можно отметить три основных фактора, которые на первых этапах истории Института особенно сильно повлияли на развитие аналитической химии у нас в стране.

Расширявшееся использование редких и рассеянных элементов привело, с одной стороны, к созданию и использованию новых материалов, что, в свою очередь, вызвало необходимость их аналитического исследования; с другой стороны, потребовалось создание новых методов разведки полезных ископаемых и обогащения природных продуктов.

Применение атомной энергии, с одной стороны, потребовало новых материалов, а с другой стороны, дало аналитикам новое мощное орудие исследования - радиоактивные изотопы, изотопное разбавление, радиоактивационный анализ и другие методы анализа, основанные на использовании излучений различного рода.

Развитие радиоэлектроники и вычислительной техники, атомной, авиационной и ракетной техники вызвало необходимость создания специальных, в том числе сверхчистых, материалов, соответствующих методов их исследования и контроля качества.

Эти важнейшие требования практики стимулировали создание новых высокочувствительных и иногда высокоточных методов и приемов анализа (наряду с совершенствованием применявшихся ранее), что могло быть обеспечено только углубленными теоретическими исследованиями.

Аналитическая химия у нас в стране неизменно способствовала техническому прогрессу, постоянно решала сложнейшие задачи аналитического контроля производства, разработки технологических процессов получения новых веществ и материалов, в частности материалов для электронной техники, полупроводников и веществ высокой чистоты.

Можно упомянуть следующие **страницы истории** в связи с развитием аналитической химии в ГЕОХИ. **Историю творят люди.** Поэтому, прежде всего, следует вспомнить тех, кто работал на первых этапах становления аналитической химии в институте.



Сидят – А.К.Лаврухина, В.И.Баранов,
Л.А.Христианова
Стоят: ?, Н.Г.Морозова, К.Г. Кнорре

Заведующие лабораториями аналитического отдела и
ведущие сотрудники

Слева направо:

Нижний ряд: (слева направо) - А.В.Карякин, Ю.А.Золотов
И.П.Алимарин, Б.Ф.Мясоедов.

Верхний ряд: Л.Л.Кунин, В.А.Заринский, Л.А.Грибов,
С.Б.Саввин,

Н.А. Руднев



Наверху - Т.В.Мальшева, А.К.Лаврухина;
внизу - В.А.Алексеев, А.К.Лаврухина.

В первые десятилетия после создания ГЕОХИ здесь успешно развивались следующие направления: исследование химических свойств и методов определения радиоактивных элементов (П.Н.Палей, В.И.Баранов), аналитическая химия редких элементов (Д.И.Рябчиков), микрохимический анализ, исследование продуктов ядерных превращений (И.П.Алимарин, А.К.Лаврухина), органические аналитические реагенты, органические соосадители и фотометрические методы анализа (В.И.Кузнецов), радиоактивные изотопы в аналитической химии (Н.А.Руднев), полярография (С.И.Синякова, Д.П.Малюга), атомно-эмиссионный анализ (Т.Ф.Боровик-Романова,

Ю.И.Беляев), рентгеноспектральные методы (Э.Е.Вайнштейн), газовый анализ (З.М.Туровцева, О.К. Тимонина) и др. Их работы заложили основы последующего интенсивного развития аналитической химии в ГЕОХИ.



Доктор химических наук Вайнштейн Э.Е



Доктор химических наук Сиякова С.И



Кандидат технических наук
Беляев Ю.И



Доктор химических наук
Лаврухина А.К.



Доктор геолого-
минералогических наук Малюга
Д.П.



Доктор химических наук Рябчиков Д.И. с сотрудниками
лаборатории аналитической химии редких элементов
Нижний ряд слева направо: В. Бокина, А.Бекчурина, Д.И.Рябчиков,
аспирант?, И.Н.Маров, Верхний ряд: Г.М.Колосова, Н.К. Щипакина (ныне
Галкина), В.К.Беляева, Н. С. Строганова, В.А.Рябухин, аспирантка, ?,
М.П.Вольнец, Н.С.Вагина, ?, Л. Александрова, В.А.Заринский



Кандидат химических
наук И.И. Назаренко



Д.И.Рябчиков(слева) и И.Н. Маров
(справа) с аспирантом



Кандидат химических наук
В.К. Беляева



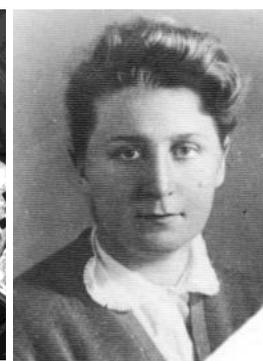
Кандидат химических наук
Е.К.Корчемная



Сотрудница лаборатории
газообразующих примесей кандидат
наук Тимонина О.К



М.П. Волюнец, И.А. Лебедев, Ю.А.
Золотов, Г.В. Мясоедова



Кандидат химических наук
Н.С.Вагина

Со второй половины пятидесятых - начала шестидесятых годов в ГЕОХИ были поставлены и начали успешно развиваться следующие, в первую очередь инструментальные, методы анализа: ионообменная хроматография (М.М.Сенявин), осциллографическая полярография (Я.П.Гохштейн), радиоактивационный анализ (И.П.Алимарин, Ю.В.Яковлев, Г.М.Колесов), искровая масс-спектрометрия (М.С.Чупахин), прецизионная кулонометрия (И.Г.Сентюрин, И.С.Скляренко, О.Л.Кабанова), резонансные методы (И.Н.Маров), синтез и исследование органических аналитических реагентов (С.Б. Саввин, А.А.Немодрок, Ю.М.Дедков), экстракция (Ю.А.Золотов), различные методы концентрирования (Н.А.Руднев, Г.В.Мясоедова), ультрамикрoанализ (И.П.Алимарин, М.Н.Петрикова)



Доктор химических наук М.М.Сенявин – зав. лаб.
сорбционных методов



Доктор химических наук Р.Х. Хамизов – в
настоящее время заведующий лабораторией
сорбционных методов



Кандидат химических наук Колосова Г.М.,
заместитель заведующего лабораторией
сорбционных методов



Кандидат химических наук Кabanова О.Л.,
сотрудник лаборатории чистых веществ



Доктор химических
Кузнецов В.И.,
заведующий лабораторией
органических реагентов



Сотрудники лаборатории В.И. Кузнецова, 1961
год: слева направо: Басаргин Н.Н., Горшков
В.В., Костицына В., Акимова Т.Г., Мясоедова
Г.В., Классова Н.С., Петрова Т.В., Елисева
(Швоева) О.П., Аурора Мук (Югославия),
Жидикова А.П., Фисенко М.П., Грачева Р.Ф.,
Саввин С.Б., Дедкова В.П.



Доктор химических
наук Саввин С.Б.,
заведующий
лабораторией
органических
реагентов



Доктор химических
наук Дедков Ю.М.



70-е годы. Заведующий лабораторией органических реагентов
С.Б. Саввин (в центре первого ряда) с сотрудниками.



Доктор химических
наук А.А Немодрук

В семидесяти- восьмидесяти и последующие годы начинают развиваться исследования по химии трансплутониевых элементов (Б.Ф.Мясоедов),



Академик Мясоедов Б.Ф. обсуждает опыты по получению 102-го элемента в лаборатории чл.-корр. АН СССР Г.Н.Флерова в ЛИПАНе (ИАЭ им. И.В.Курчатова)



Кандидаты наук К.В. Барсукова, Л.И.Гусева, Ю.Б. Герлит, участвовавшие в работах по синтезу новых ТПЭ



Академик
Б.Ф. Мясоедов



Доктор химических наук
Б.Я. Спиваков



Кандидат химических наук
А.В. Давыдов



Доктор химических наук
Б.А. Руденко

квантово-химические методы изучения органических реагентов (Л.А.Грибов, С.Б.Саввин), проводится цикл работ по новым, в том числе макроциклическим, экстрагентам (Ю.А.Золотов, Н.М.Кузьмин, Б.Я Спиваков), появляются новые виды хроматографии - высокоэффективная жидкостная и газовая хроматография (Б.А.Руденко, А.В.Давыдов), жидкостная хроматография со свободной неподвижной фазой (Б.Я.Спиваков), тонкослойная хроматография (М.П.Волынец), распределительная хроматография на бумаге (Г.М.Варшал), методы зонного электрофореза (Е.К.Корчемная), ионная хроматография (Ю.А.Золотов, М.М.Сенявин), проточно-инжекционный анализ (Ю.А.Золотов, Л.К.Шпигун)



Доктор химических наук
Л.К. Шпигун



Доктор химических наук
Н.М. Кузьмин

Москва. ГЕОХИ. 1985 г

Ю.А.Золотов и Л.К. Шпигун беседуют с одним из создателей проточно-инжекционного анализатора - профессором Б. Карлбергом (Швеция)



Доктор химических наук
М.П.Волынец

Проводятся работы по синтезу и исследованию комплексообразующих сорбентов (Г.В.Мясоедова).



Доктор химических наук
Мясоедова Г.В.



Доктора химических наук (слева направо):
Б.А. Руденко, С.Б. Саввин, Б.К.Зуев

Впоследствии интенсивно развивались начатые ранее работы в области лазерной спектроскопии (Н.В.Чекалин), теоретические основы создания химических сенсоров (Б.Ф.Мясоедов, А.В.Давыдов, А.Н.Могилевский, Б.К.Зуев). Создавались новые радиохимические и радиоаналитические методы (Б.Ф.Мясоедов, В.П.Колотов).



Доктор физ.-мат. наук.
Н.В. Чекалин

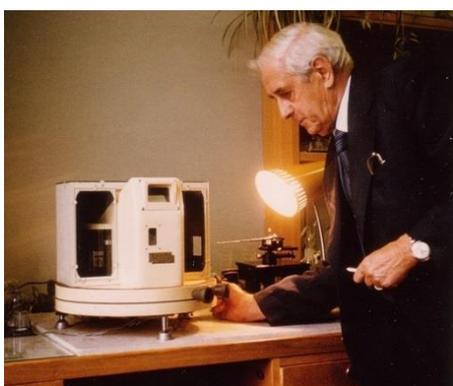


Кандидат технических наук Могилевский А. Н.
(в центре)

Доктор технических наук
Б.К. Зуев



11.09.1985 г. Сотрудники лаборатории и гости в день рождения И.П. Алимарина
Слева направо: 1-ый ряд – А.М.Демкин, Л.Д. Акользина, О.Л. Кабанова, И.П. Алимарин Г.Н.
Билимович, Ю.В. Яковлев, В.И. Широкова, 2-ой ряд – В.П. Колотов, С.М. Бениаминова, Б.В. Савельев,
Т.Г. Стрильченко, И.М. Родионова, И.В. Маркова, Н.Н. Некрасова, Г.А. Пережогин, Т.А. Кокина, М.Н.
Щулепников, Э.Е. Раковский, Б.Я. Спиваков, Н.Н. Догадкин



Академик И. П. Алимарин около
уникальных ультрамикровесов
(производство ГДР).



Кандидаты химических наук
М.Н.Петрикова и Т.В.Товстик



Кандидат химических наук
Г.Н. Билимович

Следует отметить вклад аналитической химии в геохимические и экологические исследования. Несомненно, что аналитическая химия играет большую роль в изучении природных процессов. Решение многих задач теоретической и практической геохимии, в том числе проблем поиска месторождений редких элементов,

создания технологии комплексной переработки минерального сырья, развития промышленности редких элементов и создания на этой основе материалов и сплавов с необходимыми свойствами стало возможным благодаря применению высокоэффективных аналитических методов.

После создания ГЕОХИ в 1947 году одной из первых основных задач исследований в области аналитической химии была разработка методов определения микроэлементов в морских и речных водах, морских осадках, почвах, растениях, горных породах, ископаемых органических веществах и других природных объектах с целью выявления роли микропримесей в биохимических процессах и создания на этой основе биогеохимического метода поиска рудных месторождений.

Последующие успехи в области совершенствования аналитических методов, приведшие к возможности осуществления прецизионных определений элементов в природных материалах, способствовали широкому развитию геохимических, космохимических и экологических исследований.

Нельзя недооценивать роль аналитической химии в выявлении геохимических аномалий, связанных с деятельностью промышленных предприятий, в прогнозировании путей и масштабов переноса токсичных элементов и выведения их из экосистем, в оценке пространственно-временного распределения ряда опасных химических и радиоактивных веществ в объектах окружающей среды и долгосрочного прогнозирования поведения трансплутониевых элементов, стронция-90 и цезия-137 в наземных экосистемах различных геохимически-ландшафтных полигонов после аварии на Чернобыльской атомной электростанции, в зонах воздействия атомных электростанций, в водоемах-накопителях химкомбината "Маяк".

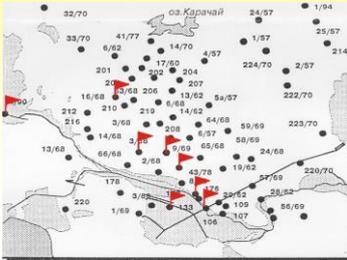
Проводились серьезные исследования океанской воды и рассолов как источников минерального сырья.

Реабилитация территории ПО «Маяк»

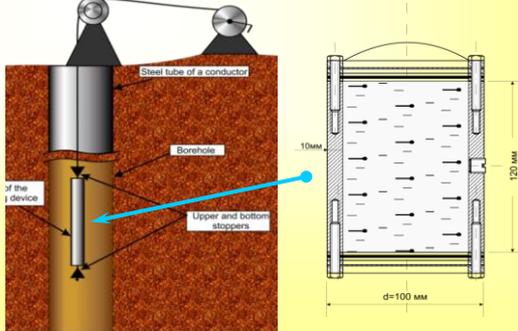
ЦЗЛ ФГУП ПО «Маяк»



Разработан и апробирован на ПО «Маяк» новый принцип пробоотбора радионуклидов из подземных вод с концентрированием на ПЭИ-ЭДТА



Карта расположения наблюдательных скважин



28

Каковы же были тенденции в развитии основных методов анализа на первых этапах становления аналитической химии в ГЕОХИ?

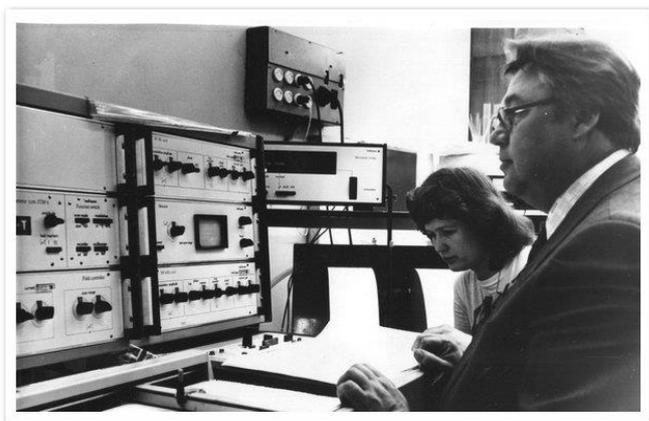
В первые десятилетия основное внимание в институте уделялось разработке фотометрических и спектрофотометрических методов, атомно-эмиссионному анализу, электрохимическим методам, определению газов в металлах, экстракции, соосаждению, сорбции.

Развитие *фотометрических методов* шло в нескольких направлениях. Продолжались интенсивные поиски новых чувствительных и селективных органических реагентов, пригодных для определения почти всех элементов (особенно редкоземельных, редких и радиоактивных, прежде всего актинидных элементов). Разработки велись на основе теоретических исследований в области органической химии и химии комплексных соединений с учетом ионного состояния веществ в растворе, гидролиза, процессов осаждения и соосаждения, окислительно-восстановительных процессов.

Одним из наиболее известных фотометрических реагентов, созданных в это время, является **арсеназо III**, на основе которого был разработан новый класс высокоэффективных реагентов - бисазозамещенных хромотроповой кислоты. Всего было синтезировано более 100 реагентов и около 30 комплексообразующих сорбентов, которые применялись для концентрирования и определения более 40 элементов. Крупный вклад в развитие теории действия органических реагентов был внесен С.Б. Саввиным и Л.А. Грибовым.

Методы атомной оптической спектроскопии должны были обеспечить быстрый и чувствительный анализ металлов, сплавов, постоянно расширяющийся поиск руд, особенно руд редких и рассеянных элементов, анализ высокочистых материалов. В спектральной лаборатории ГЕОХИ разрабатывались пламенно-фотометрические (В.И. Лебедев), атомно-эмиссионный, атомно-абсорбционный и люминесцентный методы исследования состава веществ высокой чистоты и геохимических материалов (А.В. Карякин, Ю.И. Беляев, Л.И. Павленко). Большую роль в повышении чувствительности атомных спектроскопических методов играли способы предварительного химического концентрирования.

Рентгеноспектральный метод был представлен в институте тремя направлениями: анализом по первичным эмиссионным спектрам (Н.В. Туранская), флуоресцентным анализом (М.М. Кахана), локальным микроанализом (Н.П. Ильин). Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР) (И.П. Маров), ядерный магнитный резонанс (ЯМР) (Л.А.Федоров), ядерный гамма-резонанс (Т.В. Мальшева) использовались для исследования комплексных соединений и химических реакций, важных для аналитической практики. Метод ИК-спектроскопии применялся для изучения состояния воды в минералах, количественного определения органических веществ (А.В. Карякин, М.В. Ахманова).



Доктор химических наук И.Н.Маров –руководитель группы ЭПР



Кандидат физико-математических наук Т.В.Мальшева



Кандидат физико-математических наук
М.В.Ахманова



Кандидат технических наук
Н.П.Ильин



Кандидат химических наук
Н.В.Туранская

Разработкой теории и практики *электрохимических методов* анализа занимались в ГЕОХИ С.И. Синякова Я.П. Гохштейн, О.Л. Кабанова, В.А. Заринский. Наиболее интенсивно в первый период развивался метод полярографии, вначале в связи с решением биогеохимических проблем (С.М. Манская, Т.В. Дроздова),



Доктор биологических наук
С.М. Манская



Доктор геолого-минералогических наук
Т.В.Дроздова



Кандидат химических наук
И.С. Скляренко

а затем для контроля производства ядерных материалов (уран, плутоний, торий, висмут), полупроводниковых материалов, определения редких элементов при геохимических исследованиях. С.И. Синякова первая в институте стала разрабатывать метод амальгамной полярографии с накоплением (инверсионная вольтамперометрия) на неподвижной ртутной капле, существенно повысивший чувствительность определения элементов. Метод высокочастотного титрования позволил решить некоторые задачи аналитического контроля производства и исследовать процессы комплексообразования в растворах. Кулонометрия с регулируемым потенциалом явилась селективным методом определения электрохимически активных веществ в растворах в широком диапазоне концентраций и удобным методом исследования. Метод позволил увеличить точность определения основных компонентов ряда чистых веществ.

Методы определения газов в металлах. В 50-е годы в связи с бурным развитием атомной, полупроводниковой и других отраслей промышленности, использующих чистые материалы, вопросы определения газовых включений встали особенно остро. С 1954 г. в ГЕОХИ начали проводиться работы в этом направлении (З.М. Туровцева, Л.Л. Кунин): была создана специальная аппаратура для определения газов в металлах и неорганических материалах методами вакуум-плавления, импульсного нагрева, экстракции ртутью,

дистилляции и др. Газообразующие примеси в металлах определялись гамма-активационным методом (кислород, углерод, азот в особоочистых материалах, щелочных и щелочноземельных металлах), лазерно-масс-спектрометрическим методом для локального определения водорода в металлических конструкциях, пленках, методом ЭДС с твердым электролитом (кислород в легкоплавких металлах, сплавах и полупроводниковых материалах) и т.п.

Для определения токсичных газов в объектах окружающей среды уделялось большое внимание созданию химических сенсоров (А.Н. Могилевский, Б.К. Зуев с сотрудниками). Методы газовой хроматографии успешно применялись для определения токсичных органических соединений в нефтепродуктах, газовых средах (Б.А. Руденко, А.В. Давыдов).

С конца сороковых годов в ГЕОХИ начали проводиться работы по *экстракции* (В.И. Кузнецов, И.П. Алимарин, позже Ю.А. Золотов), связанные с разработкой теоретических основ этого метода, изучением механизма экстракционных процессов, созданием новых экстрагентов и приемов экстракции, а также применением этого метода в анализе высокочистых веществ, редких и рассеянных элементов, материалов атомной и химической промышленности.. Экстракционное концентрирование позволило существенно повысить чувствительность атомно-эмиссионного и нейтронно-активационного определения элементов.

В связи с широким применением *сорбционных процессов* в аналитической химии, радиохимии и гидрометаллургии в конце 40-х годов в институте были начаты исследования гетерогенных ионообменных систем (М.М. Сенявин с сотр.). Особое внимание уделялось изучению химического состава ионообменных полимеров, их химической и радиационно-химической устойчивости, селективности, разработке методик сравнительной характеристики ионитов, отбору лучших образцов для промышленного освоения. Разрабатывалась теория ионообменных процессов, были предложены методы расчета реальных многокомпонентных систем с целью оптимизации условий разделения смесей в аналитическом аспекте, сорбционной очистки растворов (в том числе деминерализации воды) и получения веществ высокой чистоты, извлечения ценных компонентов.



Автоматическая система исследования воды
АСНИ-ГЕОХИ



Руководитель математической группы
Р.Н. Рубинштейн, доктор наук.



Разработчики АСНИ-ГЕОХИ В.А. Никашина, И.В. Комарова
с сотрудниками



Н.К. Галкина

Разработка методов хроматографического разделения смесей неорганических веществ в каждый конкретный период диктовалась потребностями практического химического анализа. В 40-х годах развивалась колоночная вытеснительная хроматография (разделение смесей щелочных металлов, галогенид-ионов); затем - колоночная ионообменная хроматография с использованием комплексообразующих реагентов (разделение смесей многозарядных ионов, в частности редкоземельных элементов и продуктов деления урана). Позже ставятся работы по листовым вариантам хроматографии (распределительная хроматография на бумаге (В.К. Беляева), тонкослойная хроматография (М.П. Вольнец) - для определения близких по свойствам элементов - РЗЭ, актинидов, металлов платиновой группы, анализа сточных вод гальванических производств и др.). Совершенствовалась теория и техника ионообменной, распределительной и тонкослойной хроматографии и разрабатывались методики разделения самых разнообразных смесей в аналитических целях. Большие успехи были достигнуты в области жидкостной хроматографии со свободной неподвижной фазой.

Как же менялись в ГЕОХИ с течением времени приоритетные объекты анализа? В первые годы после создания ГЕОХИ основной задачей была разработка тонких физико-химических методов анализа *почв, растений, горных пород* и других природных объектов с целью выявления роли микропримесей в жизни организмов в геохимических процессах и в новейшей технологии (А.П. Виноградов, Д.П. Малюга, С.М. Манская). Последующие успехи в области развития аналитических методов, приведшие к возможности осуществления прецизионных определений элементов в природных материалах, способствовали развитию геохимических исследований в ГЕОХИ. Большую работу в этом направлении проводила и проводит Центральная лаборатория анализа вещества (Н.М. Кузьмин, Г.М. Колесов).

В середине 40-х годов началось создание отечественной атомной промышленности. Одним из условий решения проблем атомной энергетики была разработка методов анализа *ядерных материалов*, в частности методов определения тория, урана, плутония и трансплутониевых элементов, способов определения малых количеств примесей в уране, графите, цирконии, ниобии, бериллии. Институт внес большой вклад в решение этой проблемы.

Активно проводились работы, связанные с изучением продуктов расщепления ядер элементов под действием протонов высокой энергии на синхротроне Объединенного института ядерных исследований в Дубне (А.К. Лаврухина с сотрудниками).

В 1949 г. по инициативе А.П. Виноградова в ГЕОХИ была создана лаборатория радиохимии, руководителем которой был назначен П.Н. Палей (впоследствии - Б.Ф. Мясоедов).



Сотрудники лаборатории радиохимии в 50-60 годы



Слева направо: Ф.И. Павлоцкая, ?, Т.В. Малышева, А.К. Лаврухина

**ОПЫТЫ ПО ПОЛУЧЕНИЮ ЭЙНШТЕЙНИИ
И ФЕРМИИ НА ЦИКЛОТРОНЕ**

*Л. И. Гусева, Б. В. Филиппова, Ю. В. Герлит, В. А. Друин,
В. Ф. Мясоедов, Н. И. Таранкин*

В статье приводятся результаты некоторых работ по получению эйнштейнии и фермии при ударе на циклотроне урановой мишенью пучками ионами азота и шестизарядными ионами водорода.

Периоды полураспада и энергии α -частиц измерялись при помощи фотоластинки, возбуждаемой при со-сферическим электродом и двадцатиканальным амплитудного авналитора импульсов. Для измерения трансмутационных элементов был применен хромографический метод.

Первое сообщение о получении эйнштейнии на циклотроне появилось в 1954 г. в работе Глазеев и др. [1]. Из облученной ионами гта урановой мишени были выделены изотопы эйнштейнии с массовыми числами 246 и 247. Изотоп эйнштейнии E^{246} превращается гем K -захвата в CF^{246} с периодом в несколько минут, а E^{247} вряду с K -захватом испытывает α -распад с периодом полураспада около 7 мин. и энергией α -частицы 7,35 Мэв. Несколько позднее шведские исследователи [2] выделили из урана, облученного ионами кислорода, изотоп фермии с предположимым максимумом числом 250, период α -распада которого равен приблизительно 30 мин., энергия α -частицы—7,7 Мэв.

для настоящих исследований. Энергия азота на конечном радиусе равнялась 10^7 ток ионов— $5 \cdot 10^7$ а.

Шестизарядные ионы кислорода не давались в результате «обдирки» дуэтом ионов кислорода на молекулах остатка газа в камере циклотрона. Максимальная энергия ускоренных шестизарядных ионов кислорода на конечном радиусе равна 120 Мэв, причем ток ионов с энергией 100 Мэв был равен $3 \cdot 10^{-8}$ а.

В работе изучались α -активные три тоненные элементы. Периоды полураспада энергии α -частиц определялись с помощью ионизационной камеры со сферическим электродом и двадцатиканальным амплитудного авналитора импульсов.

В тех случаях, когда число распадов недостаточным для регистрации с помощью ионизационной камеры, измерения α -частиц и периода полураспада проводились методом толстослойных фотоластин. В работе использовались фотоластинки «Г» без предохранительного желатиного слоя с разрешающей способностью 0

В 1954 г. А.П.Виноградов командирует группу молодых сотрудников Института в составе: с.т.с. Ю.Б.Герлит (руководитель группы), м.н.с.: Л. И. Гусева, Б.Ф.Мясоедов, К.В.Филиппова и лаборанты: Г.А.Игнатъева, Г.Н.Родионова и Г.С.Тихомирова для участия в работах по синтезу и выделению новых ТПЭ, которые проводились под руководством чл.-корр. АН СССР Г.Н.Флорова в ЛИПАНе (ИАЭ им. И.В.Курчатова)



Ю.Б.Герлит



Л.И.Гусева



Б.Ф.Мясоедов



К.В.Филиппова
(Барсукова)

Усилия радиохимиков, химиков-аналитиков этой лаборатории и ряда других лабораторий были направлены в то время на изучение химических свойств малоизвестных тогда нептуния и плутония, разработку эффективных методов их разделения, выделения и глубокой очистки от осколочных элементов. Были созданы высокочувствительные методы их определения в растворах сложного состава - радиохимические, электрохимические, оптические, спектральные, люминесцентные и др. Не менее важной задачей было методическое обеспечение контроля содержания микропримесей в металлическом уране. С этой целью была повышена чувствительность прямых (главным образом спектральных и электрохимических) методов определения примесей,



Планетарная центрифуга для разделения актинидов



В.Я Френкель, к.х.н. Выделение Tc-99m из облученного нейтронами Mo-98 проводилось в «горячих» камерах.

а также были разработаны экстракционные и сорбционные методы концентрирования. Для этой цели были использованы новые экстрагенты, включая специально синтезированные для экстракции из сильноокислых и щелочных сред.

Поиск и изучение свойств новых экстрагентов для извлечения и разделения ТПЭ из растворов

кислот и щелочей



М.К.Чмутова,
руководитель
направления

- Установлен синергетический эффект при экстракции ТПЭ растворами ФМБП и ТТА
- Исследовано более 100 соединений БНФОС (диоксиды и карбамоилы). Обнаружен и объяснен эффект «арильного упрочения»

Совместно с лабораторией фосфорорганических соединений ИЭОС РАН (академик М.И.Кабачник)



З.К.Каралова
руководитель
направления

- Изучена экстракция ТПЭ из щелочных растворов в присутствии комплексообразующих веществ
 - четвертичными аммониевыми основаниями
 - аминами
 - бета-дикетонами
 - производными фенолов
 - алкилпроизводными пирокатехина и аминоспиртов



Н.Е.Кочеткова



М.Н.Литвина



Г.А.Прибылова



Л.М.Родионова



З.И.Пыжова

1

Были разработаны ионообменные методы разделения в водных и водно-органических средах, а также методы, основанные на различии в летучести хелатных соединений трансурановых элементов в газовой фазе. Эти методы были использованы для выделения весовых количеств протактиния-231 из урановой руды, выделения актиния-237, тория-230, урана-232, америция-243, кюрия-244, калифорния-252 и других редких изотопов из материалов, облученных в ядерных реакторах.

«Горячая» лаборатория радиохимии

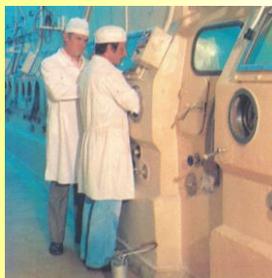


1959 г. – начало строительства

В 1965 г. был введен в эксплуатацию уникальный радиохимический корпус, оснащенный самыми передовыми на тот период средствами защиты, контроля и автоматизации проводимых исследований с весовыми количествами Pu и других радионуклидов



И. А. Лебедев,
руководитель группы



Цепочка тяжелых боксов



Ю.Б.Герлит, А.Д.Голубев, Ю.Н.Карнаухов



«Горячие» камеры, оснащенные манипуляторами, позволяли работать с высокоактивными образцами (до 100 Ки)

9

Изучение химических свойств ТПЭ

95Am
 5f⁷
 243.0614
 Сиборг
 1945

- Разработаны методы стабилизации Am(IV) в растворах
- Определены окислительно-восстановительные потенциалы Am(IV, V, VI) и Bk(IV)
- Разработаны экстракционные и сорбционные методы выделения, разделения и концентрирования ТПЭ
- Высокочувствительные электрохимические методы определения актинидов

96Cm
 5f⁷6d¹
 247.0703
 Сиборг
 1944

97Bk
 5f⁹
 247.0702
 Сиборг
 1944

98Cf
 5f¹⁰
 249.0748
 Сиборг
 1950





Лебедев И.А.

М.С.Милюкова

Монография «Аналитическая химия трансплутониевых элементов»





Л.И.Гусева

Государственная премия СССР, «Химические свойства металлов в необычных состояниях окисления», 1986 г.

М.К.Чмутова

12

Были разработаны методы активационного анализа веществ для ядерной промышленности - углерода, бериллия, циркония (Ю.В. Яковлев). Этот метод с успехом использовался для контроля содержания микропримесей в различных материалах, для анализа сильноактивирующихся матриц (мышьяк, арсенид галлия), а также веществ с высоким сечением захвата тепловых и резонансных нейтронов, для выбора малоактивируемых материалов, необходимых при создании экологически чистого термоядерного реактора будущего (В.П. Колотов с сотр.).



60-70-е годы. Сотрудники лаборатории И.П.Алимарина. Слева направо: аспирантка, Л. Кардиваренко, Г.И. Малофеева, Г. Гаврилина, И.В. Серякова, Н.В. Шахова



В.П. Колотов



М.В.Аленина



Д.С.Гроздов



Н.Н.Догадкин



И.В.Маркова



С.Н.Шилобреева



В.И.Широкова

Сотрудники лаборатории радиоаналитических и электрохимических методов,
2011 год

Были предложены и другие новые прецизионные и чувствительные методы определения актинидных элементов. Например, прецизионная кулонометрия позволила определить уран, нептуний и плутоний в различных материалах с погрешностью 0.02%. Люминесцентный метод анализа был использован для определения следовых количеств урана, нептуния, плутония, америция в образцах природных и технологических объектов. Изучались химико-аналитические и физико-химические свойства актинидных и других радиоактивных элементов, разрабатывались новые эффективные методы их разделения, выделения из природных и облученных ядерных реакторных материалов.

Высокочувствительные методы определения U, Pu и Np в производственных растворах сложного состава



И.С.Скляренко,
руководитель группы



Т.М.Чубукова

➤ Электрохимические

• Кулонометрия

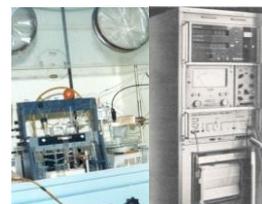
- арбитражный анализ
- полярография

➤ Оптические

- спектрофотометрия
– определение U и Pu
- спектральные
– определение примесей
- люминесцентные
– определение U и Np

➤ Гравиметрические

➤ Радиометрические



Прецизионная
кулонометрическая
установка



И.Г.Сентюрин

1

Рядом сотрудников разрабатывались сорбционные методы разделения и концентрирования актинидных элементов.



Л.И.Гусева и
К.В.Барсукова



Г.В. Мясоедова



Е.А.Захарченко



М.И.Волынец



А.М.Тузова



В.А. Рябухин

Решались проблемы радиоэкологии, захоронения радиоактивных отходов (Б.Ф. Мясоедов с сотрудниками).



С.А.Перевалов, Т.И. Трофимов Ю.М.Куляко, Д.Ф.Маликов, Б.В.Савельев, С.Е.Винокуров, М.Д. Самсонов. Новые подходы к переработке отработавшего ядерного топлива

Многие из разработанных методов и приборов для обнаружения следовых количеств радионуклидов успешно использовались для контроля объектов окружающей среды, в частности, в районах расположения Белоярской, Ереванской и Ленинградской АЭС, некоторых радиохимических комбинатов. При этом были получены данные о фоновом содержании радионуклидов, прежде всего плутония, в водах и почвах.

Изучение поведения радионуклидов в объектах окружающей среды



Ф.И. Павлоцкая
Основатель
научного
направления

Радиоэкологический мониторинг предприятий ядерно-топливного цикла



Ореолы загрязнения плутонием территорий ряда предприятий ядерно-топливного цикла, кБк/м²

● $>10^4$ ● 10^4-10^2 ● 10^2-10^0 ● $<10^{-1}$ ○ 10^0-10^{-1}



А.П. Новиков
Руководитель
научного
направления



Коллектив лаборатории радиохимии, 2010 год.

Сотрудники ГЕОХИ принимали активное участие в работах по изучению последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Результатом этой работы были первые данные о содержании плутония в почвах в зоне аварии и об уровнях радиоактивности вод р. Припять и Киевского водохранилища в зоне забора питьевой воды, полученные на основе прямых, непрерывных двухлетних измерений на созданном в институте комплексе (Л.М. Хитров).



Второй слева – кандидат химических наук Л.М. Хитров.

По рекомендациям ГЕОХИ были созданы крупномасштабные установки с использованием природного сорбента - клиноптилолита для эффективной очистки больших объемов подземных и дождевых стоков в центральной зоне аварии от радиоактивных цезия, стронция и плутония (М.М. Сенявин, В.А. Никашина).



Кандидаты химических наук
А.М.Сорочан, В.А.Никашина



Установка для очистки
воды



Сотрудник лаборатории
сорбционных методов
А.С. Соболев



Е.А. Веницианов - сотрудник
математической группы



Анализ питьевой воды



Механик лаборатории
И.В. Романцов

С развитием новой техники, в первую очередь электроники, возникли задачи анализа *материалов высокой чистоты*. Решение этой проблемы проводилось в ГЕОХИ путем повышения абсолютной чувствительности прямых физических и физико-химических методов определения примесей (спектральных, полярографических), а также созданием новых высокочувствительных физических методов (радиоактивационного и масс-спектрального). Наряду с этим разрабатывались методы предварительного концентрирования примесей (главным образом - экстракционные и сорбционные) с созданием более простых и доступных комбинированных химико-спектральных методов анализа.

Работы по радиоактивационному анализу проводились в ГЕОХИ с 1953 г. (Ю.В. Яковлев) в инструментальном и радиохимическом вариантах. Для разделения элементов были использованы наиболее селективные методы - экстракция, ионный обмен, дистилляция, осаждение органическими реагентами. Были разработаны методы определения редкоземельных элементов в графите, уране, цирконии, молибдене, оксидах иттрия и европия, превышающие на несколько порядков чувствительность других известных тогда методов. Были предложены методы анализа на содержание 6-8 элементов-примесей в чистых веществах, используемых в реакторной (графит, уран, свинец, цирконий, бериллий) и полупроводниковой технике (кремний, германий, галлий, мышьяк, арсенид галлия, индий, таллий, фосфор, сурьма, цинк и др.), а также в других чистых материалах (бор, молибден, ниобий, иттрий, европий, кадмий). Разработаны методы активационного определения ряда примесей в 22 веществах высокой чистоты.

Работы по масс-спектрометрическим методам анализа выполнялись с 1962 г. параллельно в ГЕОХИ и в ГИРЕДМЕТЕ (М.С. Чупахин). С использованием метода искровой масс-спектрометрии были разработаны методики анализа монокристаллов полупроводниковых кремния и германия, интерметаллидных соединений АшВу и их составляющих, графита особой чистоты, нитрида алюминия, титана, молибдена. Был предложен масс-спектрометрический метод послойного анализа полупроводниковых пленок толщиной 1-10 мк (М.С. Чупахин) и разработан метод анализа воды, кислот, щелочей и других жидкостей в замороженном состоянии. Число определяемых в одном эксперименте примесей было около 55, предел обнаружения $1 \times 10^{-6} \%$.

Большую роль в обеспечении массового контроля производства особо чистых материалов сыграли методы предварительного концентрирования. В ГЕОХИ Ю. А. Золотовым с сотрудниками была развита теория и методология экстракционных методов концентрирования. Изучено влияние основы на поведение микроэлементов-примесей, создана теория взаимного влияния элементов при экстракции, позволившая предсказывать оптимальные условия экстракционного разделения элементов. Сформулированы рекомендации для экстракционного концентрирования и очистки веществ. Развита теория экстракции внутрикомплексных соединений и на этой основе предложен оригинальный способ очистки водных растворов солей, в том числе растворов хлорида цинка, индия.

Разработаны многочисленные методы группового экстракционного концентрирования, когда экстракцией удаляется макрокомпонент (галлий, индий, таллий), а сконцентрированные примеси определяют атомно-эмиссионным методом с пределом обнаружения 10^{-5} - $10^{-7}\%$. Экстракционная хроматография использована в качестве методов концентрирования для последующего атомно-эмиссионного определения. Эти методы вошли в Государственные стандарты на методы анализа сурьмы, индия и в технические инструкции на методы анализа индия, таллия, мышьяка и сурьмы высших марок.

Особое внимание было уделено рациональному сочетанию методов концентрирования с методами последующего определения элементов-примесей. Наиболее эффективным оказалось сочетание экстракционного концентрирования с атомно-эмиссионной спектроскопией, атомно-абсорбционной спектрометрией и с полярографией, в частности, в методах экстракционно-полярографического определения индия в сложных полупроводниковых сплавах и экстракционно-пламенно-фотометрического определения лития в арсениде галлия.

На основе многолетнего детального изучения свойств комплексных соединений редкоземельных элементов (РЗЭ) (Д.И. Рябчиков, М.М. Сенявин, Ю.С.Скляренко, В.А. Рябухин, Н.С. Строганова, Н.С. Вагина) были разработаны методы определения малых содержаний РЗЭ в редкоземельных и нередкоземельных основах при их концентрировании методами ионообменной хроматографии, дробной кристаллизации и др.



Кандидат химических наук Н.С. Строганова



Кандидат химических наук Ю.С.Скляренко

При определении индивидуальных РЗЭ использовали рентгеноспектральные методы (Э.Е. Вайнштейн, Н.В. Туранская, Ю.А. Балашов), нейтронно-активационный анализ (Г.М. Колесов) и распределительную хроматографию на бумаге (Г.М. Варшал). Был издан сборник работ сотрудников ГЕОХИ по методам определения РЗЭ в природных и промышленных объектах. Разработанные методы позволили решить ряд геохимических проблем, так как РЗЭ являются чувствительными геохимическими индикаторами природных процессов. Впервые в стране в институте были разработаны и освоены промышленностью методы получения редкоземельных элементов.

Кроме РЗЭ исследовались и другие редкие элементы, прежде всего цирконий, гафний, торий, рений, скандий, индий, галлий, селен, теллур, молибден, технеций (Ю.М. Дедков, Ю.Б. Герлит, М.П. Волынец, Л.В. Борисова, М.М. Привалова, И.И. Назаренко и др.).



Кандидат химических наук Л.В. Борисова.
США. Флорида, 1997 год. Конференция,
посвященная 75-летию со дня открытия рения.

Основное внимание было уделено изучению их комплексообразования. Главными методами исследования и анализа были методы колоночной, бумажной, тонкослойной хроматографии, электрохимические и электромиграционные методы, методы ЭПР и ЯМР. Результаты многих исследований были использованы для разработки методов получения, разделения и определения редких элементов.

Исследования по аналитической химии *платиновых металлов, серебра и золота* проводятся в институте с 1969г., когда потребовались методы эффективного аналитического контроля на различных стадиях переработки сульфидных медно-никелевых руд Норильского горно-металлургического комбината (НГМК). Необходимо было повысить извлечение платиновых металлов из руд и уменьшить потери в ходе технологического цикла. Перед аналитиками ГЕОХИ при этом встали следующие научные задачи: разработать новые реакции, пригодные для осуществления в сульфатных и других малоизученных растворах с учетом кинетической инертности комплексных соединений некоторых элементов платиновой группы; разработать методы разделения и концентрирования, а также особо чувствительные методы определения иридия, осмия и других элементов. К решению этих задач были подключены 6 лабораторий аналитического отдела, кураторами были назначены А.Н. Ермаков и Ю.А. Золотов. Усилия аналитиков института были направлены на изучение состояния благородных металлов в растворах, разработку методов группового и избирательного концентрирования, определения благородных металлов, анализ чистых благородных металлов. Для изучения состояния благородных металлов в растворах использовались методы тонкослойной хроматографии (М.П. Волынец совм. с ИОНХ АН СССР и Ивановским химико-технологическим институтом) для изучения гидролитических превращений ионных форм сульфатных и фосфатных комплексов платиновых металлов; хроматографические системы на бумаге и в тонком слое целлюлозы для исследования поведения платиновых металлов и золота в хлоридных растворах (Г.М. Варшал и др.), электромиграция ионов платиновых металлов на бумаге в растворах соляной кислоты и ее солей, а также перхлоратов натрия и аммония (Е.К. Корчемная).

Основной целью исследований по концентрированию благородных металлов являлась разработка методов их группового отделения от цветных металлов для последующего определения в концентрате физическими многоэлементными методами анализа. Наиболее перспективными экстрагентами для золота, серебра и ртути оказались соединения, содержащие в качестве донорных атомов двухвалентную серу и трехвалентный фосфор (в частности, дифенилтиомочевина) (И.В. Серякова, О.М. Петрухин). Были синтезированы и изучены комплексообразующие сорбенты класса ПОЛИОРГС с различными функционально-аналитическими группами на основе различных полимерных матриц, селективные по отношению к благородным металлам (Г.В. Мясоедова). Получены сорбенты для отделения родия и иридия от палладия, платины и золота и неблагородных металлов. Синтезированные комплексообразующие сорбенты позволили концентрировать платиноиды из различных продуктов переработки сульфидных медно-никелевых руд, а также селективно извлекать золото и серебро из промышленных

цианистых растворов и рудных пульп. Были разработаны методы концентрирования благородных металлов соосаждением на различных коллекторах-сульфидах (Г.И. Малофеева).

Для определения благородных элементов применялись атомно-эмиссионный анализ (Л.И. Павленко) в варианте метода тонкого слоя на торце электрода с использованием легколетучих коллекторов. С предварительным концентрированием благородных металлов методами экстракции и соосаждения удалось предложить химико-спектральные методики их определения с низкими пределами обнаружения. Определение благородных металлов после их экстракционного концентрирования проводилось Г.И. Рамендиком на масс-спектрометре с искровым источником ионов с пределом обнаружения 10^{-5} - $10^{-6}\%$.

Большой цикл работ был посвящен разработке фотометрических методов определения индивидуальных элементов с использованием новых синтезированных органических реагентов на благородные элементы (нитроксаминазо, аллти-окс, замещенные хромотроповой кислоты, рода нинтиопропиороданина и др.) (Ю.М. Дедков, Р.Ф. Гурьева). Методом инверсионной вольтамперометрии В.А. Заринский Л.С. Чулкина и др. определяли золото в солянокислых растворах, а также серебро, платину. Были разработаны методы определения примесей в серебре высокой чистоты (Н.Г. Ванифатова), платине особой чистоты (М.П. Волынец совм. с ГИРЕДМЕТОМ) и др.

Разработанные методы использовались для анализа производственных растворов НГМК, стандартных образцов черновой меди, палладий-рутениевых катализаторов на медной основе, горных пород и руд. Эти методы были переданы для использования в ряд организаций Минцветмета СССР: ГИРЕДМЕТ, ЦНИГРИ, ИРГИРЕДМЕТ, ГИНЦВЕТМЕТ, ГИПРОНИКЕЛЬ, Сибцветметниипроект, ЦЗЛ НГМК, комбинат "Североникель", ВНИИПРОЗОЛОТО, Красноярский завод цветных металлов, Свердловский завод по обработке цветных металлов и др.



Кандидат химических наук
Гурьева Р.Ф. (Прописцова)



Кандидат химических наук
Чулкина Л.С.



Кандидат химических наук.
Ванифатова Н.Г.

В последующие годы особое внимание уделялось изучению комплексообразования благородных металлов в растворах и природных водах, определению их содержания в углеродсодержащих породах (Г.М. Варшал с сотрудниками ЦЛАВ).



Доктор химических наук,
заведующая Центральной
лабораторией анализа
вещества Варшал Г.М.



Кандидат химических
наук, зав. сектором
Центральной
лаборатории анализа
веществ Седых Э.М



Кандидат технических
наук, зав. сектором
Центральной
лаборатории анализа
вещества Рощина И.А.



Кандидат технических
наук, зав. сектором, а
затем зав. ЦЛАВ
Колесов Г.М.

Создавались эффективные методы вскрытия природных и промышленных материалов (например, кислотная обработка в СВЧ-поле), методы концентрирования на комплексообразующих сорбентах и микропробирной плавкой.

Разрабатывались и совершенствовались сорбционно-атомно-абсорбционные, пробирно-нейтронно-активационные и другие методы определения благородных металлов и т.д. (Э.М. Седых, Г.М. Колесов и др.).

Исследования, связанные с разработкой методов аналитического контроля *объектов окружающей среды*, начинали проводиться в ГЕОХИ с начала 80-х годов. В последующие годы в аналитическом отделе этому направлению уделяется особое внимание. В этих исследованиях принимали участие практически все лаборатории аналитического отдела. Работы были посвящены созданию методов определения токсичных микрокомпонентов неорганической и органической природы, радионуклидов в природных и сточных водах, воздушном бассейне и газовых выбросах, аэрозолях, почвах и донных отложениях, растительном покрове. Большое внимание уделялось аттестации разработанных методик. Разрабатывались приборы и устройства, в том числе химические сенсоры, для контроля содержания загрязнителей.

Для прогнозирования путей и масштабов переноса токсичных элементов, а также выведение их из экосистем была создана схема комплексного инструментального анализа основных природных объектов (горные породы, почвы, воды), базирующаяся на использовании главным образом атомно-эмиссионных, атомно-абсорбционных, активационных, радиометрических и других методов анализа и позволяющая определять до 30 элементов.

С целью обнаружения, определения и оценки пространственно-временного распределения ряда опасных химических и радиоактивных веществ в объектах окружающей среды был разработан комплекс оригинальных лабораторных макетов автоматизированных анализаторов: полигазовый и жидкостный анализаторы с твердоэлектролитным детектором; лазерный оптико-акустический спектрометр и дистанционный трассовый газоанализатор; сенсоры на поверхностно-акустических волнах, пьезорезонансный и оптические; анализатор для определения следов урана, нептуния и плутония.



Город
Таганрог, начало 90-х
годов

Научная
экспедиция на судне
«Танаис».
Мониторинг вод
Азовского моря. В
экспедиции
участвовали
сотрудники ГЕОХИ:
А.М. Кудин (первый
слева в нижнем ряду),
Б.К. Зуев (второй
слева во втором ряду),
далее В. Подругина,
О.К. Тимонина, Б.А.
Руденко.

В связи с необходимостью долгосрочного прогнозирования поведения трансурановых элементов, стронция-90 и цезия-137 в наземных экосистемах различных природных зон под руководством академика Б.Ф. Мясоедова проводились исследования распределения, форм нахождения и миграции в почве и природных водах различных геохимически-ландшафтных полигонов радионуклидов, поступивших в биосферу, в том числе в виде "горячих частиц", после аварии на Чернобыльской АЭС, в зонах воздействия атомных электростанций.

Сведения о состоянии исследований в области аналитической химии на современном этапе

На современном этапе фундаментальные и прикладные работы в аналитическом отделе ГЕОХИ РАН нацелены на развитии ключевых направлений современной аналитической химии, на создание и совершенствование методов и средств химического анализа. Работы будут проводиться в соответствии с **Планом госакадемий на 2013- 2020 гг.** по следующим направлениям:

44. Фундаментальные основы химии:

Новые методы физико-химических исследований и анализа веществ и материалов.

46. Физико-химические основы рационального природопользования и охраны окружающей среды на базе принципов «зеленой химии» и высокоэффективных каталитических систем; создание новых ресурсо- и энергосберегающих металлургических и химико-технологических процессов, включая углубленную переработку углеводородного и минерального сырья различных классов и техногенных отходов, а также новые технологии переработки облученного ядерного топлива и обращения с радиоактивными отходами

47. Химические проблемы получения и преобразования энергии, фундаментальные исследования в области использования альтернативных и возобновляемых источников энергии.

80. Научные основы разработки методов, технологий и средств исследования поверхности и недр Земли, атмосферы, включая ионосферу и магнитосферу Земли, гидросферы и криосферы; численное моделирование и геоинформатика: инфраструктура пространственных данных и ГИС-технологии.

Новые тенденции развития в этой области науки будут заключаться в следующем:

- Развитие теоретических основ аналитической и вычислительной химии
- Использование достижений математики и теории информации (хеометрики) для перехода от обычного «покомпонентного» анализа к оценке обобщенных показателей, к распознаванию образов; развитие «электронного носа» и «электронного языка»; разработка приемов многопараметрического градуирования.
- Миниатюризация анализа, особенно разработка универсальных аналитических приборов и простых анализаторов на микроэлектронных чипах, с использованием микрофлюидных и других систем
- Развитие физических (мембранных, центробежных, ультразвуковых и других) и физико-химических (хроматографических, экстракционных, электрофоретических) методов выделения, концентрирования и фракционирования наночастиц.

- Развитие методов и средств распределительного (локального), непрерывного (в потоке), дистанционного и неразрушающего анализа.
- Развитие и совершенствование спектроскопических, масс-спектрометрических, хроматографических и электрохимических методов анализа, а также специальных методов анализа поверхности.
- Разработка методов и приборов для мониторинга и прогноза состояния окружающей среды, для анализа природных и промышленных объектов
- Развитие методов и средств внелабораторного («полевого») химического анализа; создание эффективных и простых в использовании инструментальных средств оперативного обнаружения взрывчатых средств и наркотиков
- Исследования по совершенствованию анализа биомедицинских объектов, с целью медицинской диагностики и идентификации личности.
- Создание принципиально новых средств химического анализа, основанных на использовании нанотехнологий, в том числе непрерывно действующих химических сенсоров.
- Разработка методов пробоподготовки, разделения и концентрирования элементов, в том числе веществ органической природы;
- Разработка методов синтеза новых высокоэффективных сорбентов

Работы по этим направлениям проводятся в **8 лабораториях аналитического отдела:**

- лаборатории концентрирования,
- лаборатории молекулярного моделирования и спектроскопии,
- лаборатории радиоаналитических и электрохимических методов,
- лаборатории инструментальных методов и органических реагентов
- лаборатории радиохимии,
- лаборатории сорбционных методов,
- лаборатории химических сенсоров и определения газообразующих примесей,
- центральной лаборатории анализа вещества.

Перечень поддерживаемых в силе патентов, полученных сотрудниками аналитического отдела ГЕОХИ РАН



Юбилей начальника патентного отдела ГЕОХИ Т.Г. Гайворонской (вторая слева).
Поздравляют (слева направо): к.х.н. Т.Г. Акимова, академик Ю.А.Золотов, к.х.н. О.К.Тимонина

2008 год

1. Патент РФ № 2282180 Устройство формирования термолинзы для термолинзовой спектроскопии, авт. Б.К.Зуев и В.В. Лонцов.
2. Патент РФ № 2281248 Способ получения оксида магния из высокоминерализованных рассолов, авт. Хамизов Р.Х. и др.
3. Патент № 2221242 Способ определения следовых количеств осмия в природных и технологических объектах, авт. Кошечева И.Я. и др.
4. Патент РФ 2117275 Анализатор паров и газов, авт. Могилевский А.Н. и др.
5. Патент РФ №2135987 Кулонометрическая установки с контролируемым потенциалом, авт. Могилевский А.Н. и др.
6. Патент РФ № 2145707 Пьезорезонансный анализатор паров и газов, авт. Могилевский А.Н. и др.
7. Программа для ЭВМ «IONCHROM», регистрационный №2000610520, авт. Долгоносов А.М., Прудковский А.Г.
8. Программа для ЭВМ «RARG», регистрационный №2000610541., авт. Ефимов П.Н.
9. Свидетельство на Т.Зн. «ГЕОХИ» № 73781.
10. Программа для ЭВМ «INKOVERTT», регистрационный №2007613636, авт. Долгоносов А.М., Прудковский А.Г.
11. Патент № 74480 на полезную модель Устройство для определения степени запаха, авт. Б.К. Зуев.
12. Патент РФ №2126722 Планетарная центрифуга для противоточной хроматографии, авт. Спиваков Б.Я. и др.
13. Патент РФ № 2081669 Способ выделения элементов из природных объектов, авт. Марютина Т.А. и др.

14. Патент РФ №2138149 Способ получения раствора минеральных удобрений на основе минерализованной и/или пресной воды и установка для его осуществления, авт. Хамизов Р.Х. и др.

15. Патент РФ № 2089511 Способ комплексной переработки морской воды, авт. Хамизов Р.Х. и др.

16. Патент РФ №2161810 Сейсмический излучатель и его варианты, авт. Ефимов П.Н. и др.

17. Патент РФ №2110061 Сенсор паров аммиака, авт. Могилевский А.Н. и др.

18. Патент РФ 2114423 Сенсор паров несимметричного диметилгидразина, авт. Могилевский А.Н. и др.

19. Патент РФ №2119662 Сенсор паров ароматических углеводов, авт. Могилевский А.Н. и др.;

20. Патент РФ № 2176788 Способ сорбционного контроля загрязнения водных объектов, авт. Агафонова Ю.В. и др.

2009 год

1. Патент РФ № 2282180 Устройство формирования термолинзы для термолинзовой спектроскопии, авт. Б.К.Зуев и В.В. Лонцов.

2. Патент № 2221242 Способ определения следовых количеств осмия в природных и технологических объектах, авт. Кошечева И.Я. и др.

3. Патент РФ 2117275 Анализатор паров и газов, авт. Могилевский А.Н. и др.

4. Патент РФ №2135987 Кулонометрическая установки с контролируемым потенциалом, авт. Могилевский А.Н. и др.

5. Патент РФ № 2145707 Пьезорезонансный анализатор паров и газов, авт. Могилевский А.Н. и др.

6. Патент № 2104969 Способ комплексной переработки морской воды и установка для его осуществления, авт. Хамизов Р.Х. и др.

7. Патент РФ №2126722 Планетарная центрифуга для противоточной хроматографии, авт. Спиваков Б.Я. и др.

8. Патент РФ №2119662 Сенсор паров ароматических углеводов, авт. Могилевский А.Н. и др.

9. Патент РФ №2138149 Способ получения раствора минеральных удобрений на основе минерализованной и/или пресной воды и установка для его осуществления, авт. Хамизов Р.Х. и др.

10. Патент РФ № 2176788 Способ сорбционного контроля загрязнения водных объектов, авт. Агафонова Ю.В. и др.

2010 г.

1. Патент № 2104969 Способ комплексной переработки морской воды и установка для его осуществления, авт. Хамизов Р.Х. и др.

2. Патент № 84566 Устройство для определения содержания органических веществ в жидких и газовых образцах, авт. Зуев Б.К.

3. Патент РФ 2117275 Анализатор паров и газов, авт. Могилевский А.Н. и др.

4. Патент РФ № 2282180 Устройство формирования термолинзы для термолинзовой спектроскопии, авт. Б.К.Зуев и В.В. Лонцов.

5. Патент № 86013 Устройство для термолинзовой спектроскопии, авт. Зуев Б.К.

6. Патент РФ 2400846 Способ растворения некондиционного и отработавшего ядерного топлива, авт. Куляко Ю.М. и др.

7. Патент РФ № 2145707 Пьезорезонансный анализатор паров и газов, авт. Могилевский А.Н. и др.

8. Патент РФ № 2384833 Пассивный пробоотборник, авт. Новиков А.П. и др.

9. Патент РФ № 2381580 Способ стабилизации жидких высокоактивных высокосолевых отходов, авт. Мясоедов Б.Ф. и др.

10. Патент РФ №2135987 Кулонометрическая установка с контролируемым потенциалом, авт. Могилевский А.Н. и др.

2011 год

1. Патент № 2104969 Способ комплексной переработки морской воды и установка для его осуществления, авт. Хамизов Р.Х. и др.

2. Патент № 84566 Устройство для определения содержания органических веществ в жидких и твердых образцах, авт. Зуев Б.К. и др.

3. Патент № 2117275 Анализатор паров и газов, авт. Могилевский А.Н. и др.

4. Патент № 2282180 Устройство формирования термолинзы для термолинзовой спектроскопии, авт. Зуев Б.К. и др.

5. Патент № 86013 Устройство для термолинзовой спектрометрии, авт. Зуев Б.К.

6. Патент № 2400846 Способ растворения некондиционного и отработавшего ядерного топлива, авт. Куляко Ю.М., Хамизов Р.Х. и др.

7. Патент № 2145707 Пьезорезонансный анализатор паров и газов, авт. Могилевский А.Н. и др.

8. Патент № 2384833 Пассивный пробоотборник, авт. Новиков А.П. и др.

9. Патент № 2381580 Способ стабилизации жидких высокоактивных высокосолевых отходов, авт. Винокуров С.Е. и др.

10. Патент № 2135987 Кулонометрическая установка с контролируемым потенциалом, авт. Могилевский А.Н. и др.

11. Патент № 2413203 Способ определения содержания урана по спектрам люминесценции кристаллофосфоров, авт. Могилевский А.Н. и др.

12. Патент № 2375710 Способ определения экологического статуса территорий на содержание стронция, авт. Тютиков С.Ф. и др.

2012 год

1. Патент № 84566 Устройство для определения содержания органических веществ в жидких и твердых образцах, авт. Зуев Б.К. и др.

2. Патент № 2282180 Устройство формирования термолинзы для термолинзовой спектроскопии, авт. Зуев Б.К. и др.

3. Патент № 86013 Устройство для термолинзовой спектрометрии, авт. Зуев Б.К.

4. Патент № 2400846 Способ растворения некондиционного и отработавшего ядерного топлива, авт. Куляко Ю.М., Хамизов Р.Х. и др.

5. Патент № 2384833 Пассивный пробоотборник, авт. Новиков А.П. и др.

6. Патент № 2381580 Способ стабилизации жидких высокоактивных

высокосолевых отходов, авт. Винокуров С.Е. и др.

7. Патент № 2413203 Способ определения содержания урана по спектрам люминесценции кристаллофосфоров, авт. Могилевский А.Н. и др.

8. Патент № 2375710 Способ определения экологического статуса территории на содержание стронция, авт. Тютикова С.Ф. и др.

9.2430355 Способ оценки экологического статуса региона по содержанию селена, авт. Ермаков В.В. и др.

+++++

*Исполнитель:
Волынец М. П.*

К 65-летию Института

Спасибо всем, кто помогал мне в этой работе!