



**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*

*Историческая справка
(2013 г.)*

сайт ГЕОХИ РАН www.geokhi.ru

Автор: д.х.н. М.П. Воынец

Редакция: В.П. Колотов

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

Общие сведения

Заместители директора по научной работе в области аналитической химии:



Д.И. Рябчиков
(до 1965 г.)



П.Н. Палей
(1965 - 1968 гг.)



Ю.А. Золотов
(1968 - 1979гг.)



Б.Ф. Мясоедов
(1979 -1998 гг.)

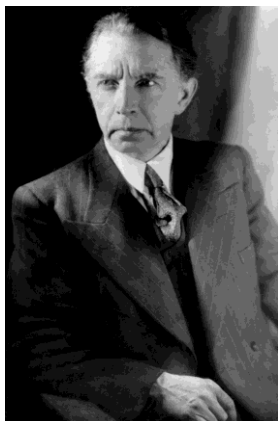


Л.А. Грибов
(1998 – 2010гг.)



В.П. Колотов
(с 2010 г.)

Широкое и глубокое исследование проблем аналитической химии и радиохимии в ГЕОХИ АН СССР (РАН) началось непосредственно с момента создания института в 1947 году. В стенах института при участии А.П.Виноградова и И.П. Алимарина были заложены основы отечественной школы аналитической химии, сформулированы ее принципы и задачи.



А.П.Виноградов
1944 год.



1959 год. Слева направо: Н.П.Сажин, А.П.Виноградов,
И.П.Алимарин, В.И.Баранов, А.К. Лаврухина



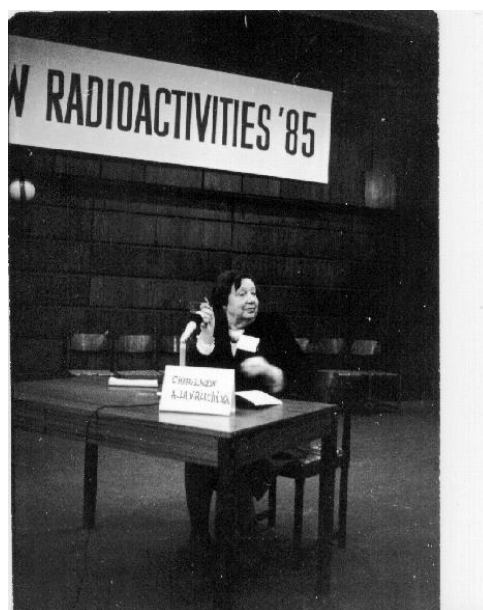
Сотрудники института в кабинете В.И. Вернадского, 1946 год.
В центре В.И. Вернадский, слева от него А.П. Виноградов



А.К. Лаврухина



И.П. Алимарин



Председательствует А.К. Лаврухина

С момента своей организации Институт сочетал проведение фундаментальных исследований с решением прикладных народно-хозяйственных задач. В первые годы основной задачей была разработка тонких физико-химических методов анализа почв, растений, горных пород, изучение химического состава живых организмов (А.П. Виноградов, Д.П. Малюга, С.М. Манская). Большое внимание уделялось также разработке методов аналитического контроля возникающих в те годы новейших технологий. Последующие успехи в области совершенствования аналитических методов определения малых концентраций элементов и анализа малых количеств веществ (в основном веществ неорганической природы, в том числе и природных материалов) способствовали развитию геохимических исследований в ГЕОХИ.



Шестидесятые-семидесятые годы

Заведующие лабораториями аналитического отдела
Слева направо: нижний ряд – А.В.Карякин,
И.П.Алимарин, Ю.А.Золотов, верхний ряд –
Л.Л.Куниц, С.Б.Саввин, Б.Ф.Мясоедов



80-летие академика А.П. Виноградова

Слева направо - И.П. Алимарин, А.И. Тугаринов, Ю.А.Золотов,
А.П.Виноградов, Н.И. Хитаров, Л.В. Таусон, В.Л. Барсуков



70-80-е годы.

Ведущие аналитики ГЕОХИ

Слева направо: Л.А. Грибов, Ю.А. Золотов, С.Б. Саввин, Б.Ф. Мясоедов, И.Н. Маров

В 1948 г. в Институте был сконструирован первый в стране масс-спектрометр, позволивший выполнить пионерские работы в области изотопной геохимии.

В 50-е - 60-е годы выполнены важные исследования в области аналитической химии материалов для атомной промышленности, полупроводников, редкоземельных и редких элементов, реактивов, предложены новые методы анализа и получения сверхчистых веществ. В этот период в Институте в лаборатории органических реагентов был синтезирован эффективный реагент - арсеназо-III, используемый до сих пор при определении урана, тория, плутония и других элементов. Были развиты работы по определению газообразующих примесей в металлах и неорганических материалах.

В 60-е – 70-е годы роль и значение аналитической химии сильно возросли. Это относилось как к теории аналитической химии, так и к ее все расширяющемуся практическому приложению. Происходило дальнейшее развитие уже сложившихся направлений и создавались новые перспективные оригинальные методы решения поставленных жизнью проблем. В этот период членом-корреспондентом АН ССР Ю.А.Золотовым, который в это время был заместителем директора по научной работе, были сформулированы основные направления перспективных и актуальных исследований в области аналитической химии, которые заключались в следующем:



Профессор Золотов Ю.А.

- Значительное увеличение точности анализа. Была поставлена задача – определять основное вещество анализируемого объекта с ошибкой менее 0,01% и определять примеси в анализируемом объекте, содержание которого лежало в пределах 10^{-5} – 10^{-9} %, с ошибкой порядка 1-10 %.
- Дальнейший рост чувствительности определений. Нужно было обеспечить возможность обнаружения чрезвычайно низких концентраций веществ в газообразных, жидких и твердых образцах (вплоть до 10^{-10} %).
- Резкое увеличение экспрессности анализа для повышения производительности и эффективности химико-аналитической службы, что особенно важно было при контроле быстрых технологических процессов, при изучении малоустойчивых продуктов химических, биологических и радиохимических превращений.
- Создание новых способов локального анализа, в том числе по слоям, осям симметрии, по объему.
- Развитие приемов дистанционного анализа, например высокоагрессивных, космических или подземных объектов, создание методов автоматического контроля хода технологических процессов, состава окружающей среды и т.д. Ставилась задача разработки систем автоматического контроля, сочетающихся с автоматическими системами управления (на базе использования ЭВМ).
- Разработка способов анализа, не требующих разрушения проб, создание абсолютных безэталонных методов анализа различных объектов.



Ведущие сотрудники аналитического отдела (70-е годы).

Слева направо:

первый ряд: [Н.В.Мальшева](#), [Л.И.Павленко](#), [М.П.Волынец](#), [И.П.Алимарин](#), [Ю.А.Золотов](#),
[Н.С.Строганова](#), [В.К.Беляева](#), [Г.Н.Билимович](#),

второй ряд: [В.В.Багреев](#), [Ю.И.Беляев](#), [И.С.Скляренко](#), [М.К.Чмутова](#), [В.А.Заринский](#), [И.И. Антипова-Каратаева](#), [А.В.Карякин](#), [Д.Л.Кунин](#), [И.А.Лебедев](#), [Г.М.Колосова](#), [З.К.Каралова](#), [А.Н. Могилевский](#), [М.Н.Петрикова](#), [Л.А.Грибов](#), [Г.В.Мясоедова](#), [О.Л.Кабанова](#), [С.Б. Саввин](#),
[О.М.Петрухин](#), [Н.А.Руднев](#), [В.А. Славный](#),

третий ряд: [Ю.П.Новиков](#), [Е.С.Пальшин](#), [А.В.Давыдов](#), [В.И.Лебедев](#), [Б.Ф.Мясоедов](#)



7 октября 1975 г.

Празднование 250-летия АН СССР в Кремлевском дворце.
А.П.Виноградов принимает поздравления

На протяжении всей истории Института с целью совершенствования аналитических методов осуществляется постоянное развитие теоретических и методических основ в этой области науки. Достижения аналитической химии неизменно способствовали техническому прогрессу, постоянному решению сложнейших задач аналитического контроля производства. Успехи в области совершенствования аналитических методов определения малых концентраций элементов и анализа малых количеств веществ (в основном веществ неорганической

природы, в том числе и природных материалов) способствовали развитию геохимических исследований в ГЕОХИ.



Юбилей заведующего Центральной лабораторией анализа вещества доктора хим. наук Кузьмина Н.М. Поздравляют директор академик Галимов Э.М. и кандидат наук Тимонина О.К.

Решение перечисленных задач было возможно лишь на базе ускоренного развития методов, которые использует аналитическая химия. Общей тенденцией стала дальнейшая математизация, автоматизация и инструментализация аналитических методов. Была подготовлена Комплексная программа до 1990 г. «Разработка и использование комплексов автоматизированных методов и приборов для определения химического состава веществ и материалов как показателя качества продукции».

Были намечены пути развития фундаментальных теоретических исследований в аналитическом отделе ГЕОХИ по различным направлениям аналитической химии – изучению механизма аналитических реакций, исследованию комплексных соединений и ионных равновесий, имеющих аналитическое значение; разработке теории методов разделения и концентрирования, теории действия органических аналитических реагентов, аналитической химии редких, цветных и благородных металлов, редкоземельных и актинидных элементов и по другим проблемам.

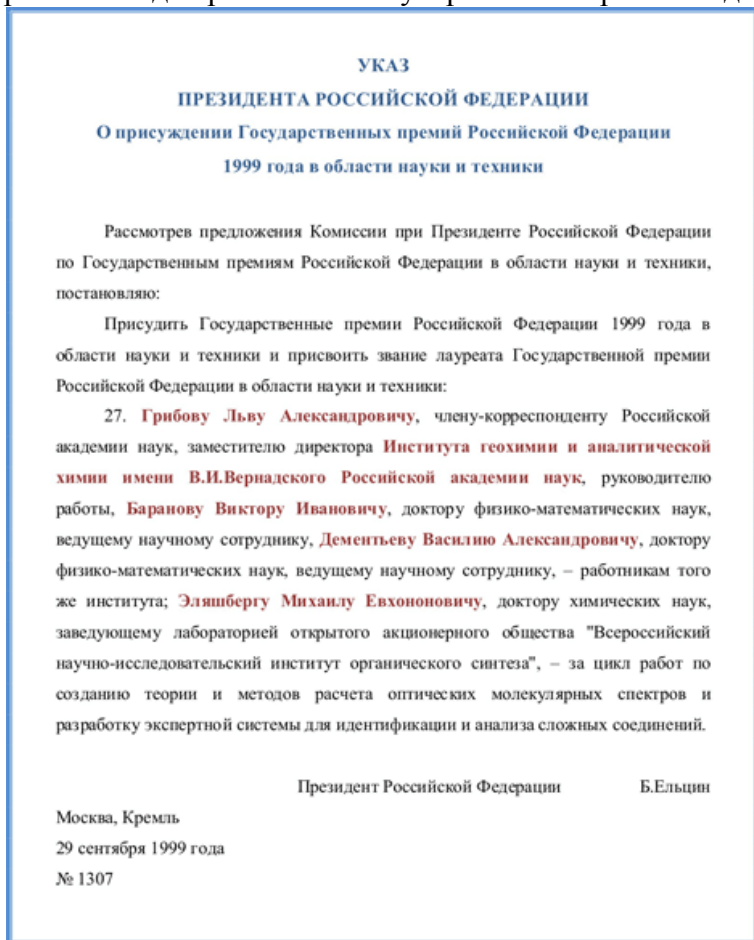
В середине 70-х годов были начаты теоретические исследования в области молекулярной спектроскопии и квантовой химии.



Профессор Л.А.Грибов

Сейчас ГЕОХИ РАН является одним из ведущих в стране в области квантовой химии, теории строения и спектров молекул и полимеров, химической информатики. Достижения в области теории спектров позволили предложить новый подход к описанию и расчету путей химических реакций произвольного типа, непосредственно связывающей теорию спектров и теорию химических превращений многоатомных молекул, выяснить механизм передачи сигналов и энергии в сложных молекулах, рассмотреть вопросы о преобразовании ими информации, в частности, нечетко заданной, вплоть до распознавания образов, записи информации и др. Тем самым были созданы теоретические основы важнейшего современного направления - молекулярной информатики. Была выдвинута идея создания экспертных систем для решения спектроскопических задач и развита общая теория таких систем.

Развитие теории экспертных систем (систем искусственного интеллекта) потребовало углублённого анализа фундаментальных принципов построения научного знания. Полученные результаты вошли в учебник по философии естественных наук для вузов. В 1999 г. работы этого цикла были отмечены Государственной премией России – высшей национальной наградой в области науки – с формулировкой: «За развитие теории и методов расчёта молекулярных спектров и создание экспертных систем».





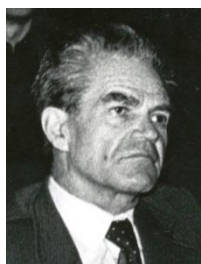
Академик И.П.Алимарин
и д.х.н. А.Н.Ермаков



Член-корр. АН СССР Золотов
Ю.А.и академик
И.П.Алимарин



Академик И.П.Алимарин



Доктор техн. наук
М.С.. Чупахин



Кандидат хим. наук
Г.И. Рамендик



Кандидат хим. наук
Ю.В. Яковлев

Предложены, выпускались промышленностью и широко применялись высокочувствительные и селективные органические реагенты. Ряд реагентов, например, арсеназо III, получил распространение во всем мире. Были разработаны способы определения редкоземельных металлов, ниобия, циркония и многих других редких элементов, что имело большое значение для решения редкометальной промышленности.

Одним из условий решения проблемы атомной энергетики было создание методов анализа ядерных материалов, в частности методов определения урана, плутония и других трансплутониевых элементов, способов анализа урана, графита, циркония, Разработка химических, физико-химических и спектральных методов анализа в Академии наук и других ведомствах обеспечило решение этой важной задачи.

В середине 80-х годов в ГЕОХИ большое внимание уделялось разработке **инструментального химического анализа, создания новых приборов и технологий на основе фундаментальных исследований.**



Доктор технических наук,
заведующий лабораторией
прецизионного
аналитического
приборостроения
Абрамсон И.С



Кандидат технических наук,
заведующий лабораторией
прецизионного
аналитического
приборостроения,
Славный В. А



Кандидат технических наук,
заведующий лабораторией
прецизионного аналитического
приборостроения,
Могилевский А.Н.

Следует отметить наиболее существенные результаты в этой области. В целях расширения и удешевления объема аналитической информации, увеличения числа контролируемых объектов и измеряемых параметров были начаты работы по созданию нового поколения аналитической техники – химических сенсоров для определения газов и ионов в металлах в растворах.

Впервые в СССР были развернуты исследования в области проточно-инжекционного анализа как одного из наиболее эффективных и экономичных подходов к автоматизации химического анализа жидких образцов и растворов и экспрессного аналитического контроля технологических процессов.

По инициативе и при участии ГЕОХИ в НПО «Химавтоматика» был создан первый отечественный ионный хроматограф. Была выпущена первая опытная партия приборов и начато серийное производство. Создан портативный прибор для анализа сельскохозяйственной продукции.

Совместно с Ангарским ОКБА НПО «Химавтоматика» разработан новый метод определения кислорода в металлах с пределом обнаружения $5 \cdot 10^{-5} \%$. Создан макет автоматизированного прибора «АНТВЭЛ» для определения кислорода в особо чистых металлах, полупроводниках, некоторых теплоносителях.

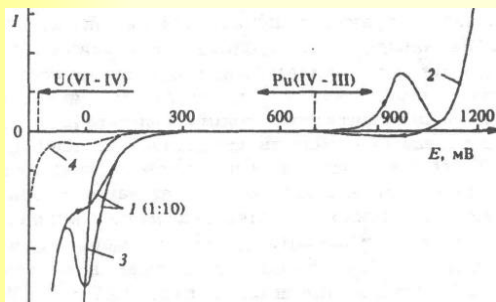
На основании разработок ГЕОХИ на ЛОМО выпущена опытная партия фотоэлектрических установок МФС-9, реализующих метод одновременного определения ряда химических элементов из одной пробы по спектрам атомного поглощения и эмиссии.

Для определения малых содержаний актинидных элементов в производственных растворах по спектрам люминесценции кристаллофосфоров разработан и выпущен малой серией люминесцентный фильтровой фотометр ЛФФ-3 с чувствительностью определения до 10^{-10} г.

Высокочувствительные и прецизионные методы определения актиноидов

Высокоточное кулонометрическое определение актиноидов:

- **амерция** в его препаратах по паре Am(IV)/Am(III)
- **урана и плутония** в образцах смешанного ядерного топлива



Работы И.Г.Сентюрин, Ю.М.Куляко и др.

Мембранно-люминесцентный

- Впервые обнаружена люминесценция **нептуния, плутония, амерция** в кристаллофосфорах
- Разработан высокочувствительный мембранно-люминесцентный метод определения **нептуния**



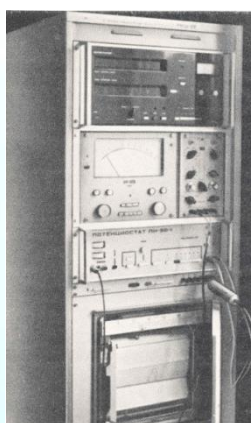
Установка для люминесцентного определения актиноидов

Работы группы А.П.Новикова совместно с лаб. А.Н.Могилевского

18



ПРЕДНАЗНАЧЕНА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АБСОЛЮТНОГО СОДЕРЖАНИЯ ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ВЕЩЕСТВА И ХИМИЧЕСКОЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ; КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА ЧИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ, СЛУЖБА ЭТАЛОНИРОВАНИЯ, НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ. ПОГРЕШНОСТЬ АНАЛИЗА 0,01-0,02%. ПО СВОИМ ПАРАМЕТРАМ ПРЕВОСХОДИТ ЛУЧШЕ ЗАРУБЕЖНЫЕ ОБРАЗЦЫ В 5-10 РАЗ.



Прецизионная кулонометрическая установка ПКУ-3



Современный кулонометр ПИК-200

Создана не имеющая аналогов прецизионная кулонометрическая установка для определения основного вещества с погрешностью до сотых долей процента.

ГЕОХИ совместно с Институтом химии и технологии редких элементов и минерального сырья Кольского филиала АН СССР, совместно с ЦНИИЧЕРМЕТ была разработана принципиально новая (экстракционная) технология получения чистого

оксида железа с целью его использования в ферритной и аккумуляторной промышленности.

Совместно с институтом Сицветметниипроект Минцветмета СССР был разработан новый способ сорбционно-электрохимического извлечения платиновых металлов и золота из промышленных растворов предприятий Минцветмета СССР, позволявший получать богатые селективные концентраты по простой и экономически выгодной технологии. Степень извлечения платиновых металлов и золота – 99,5%, содержание их в концентрате до 90%. Технология была апробирована на Красноярском заводе цветных металлов и передана Норильскому горно-металлургическому комбинату.

В конце 80-х годов были созданы методы и приборы для **аналитического контроля состояния загрязнения окружающей среды**. С этого периода разрабатываются такие приборы, как атомно-абсорбционный квантометр и скоростной спектрофотометр, химические и пьезорезонансные сенсоры для определения токсичных органических и неорганических микрокомпонентов в водной и воздушной средах. Предложен новый способ определения органических веществ с использованием твердых электролитов.

Развиваются радиохимические методы определения содержания и форм нахождения радионуклидов в объектах окружающей среды.

Формы нахождения актинидов в окружающей среде



Т.А. Горяченкова



К.В. Барсукова



И.Е. Казинская



Е.А. Лавринович



Е.В. Кузовкина

Впервые обнаружены истинные коллоиды техногенного урана, являющиеся коллекторами других радионуклидов



Размер частиц – 50-200 нм (малоподвижны)
Растворимость – 1 М HCl (устойчивы)
Десорбция ацетатным буфером – 5% (необменные формы)

Закономерности миграции актинидов в поверхностных и подземных экосистемах

Квазиравновесное распределение форм Pu в различных фракциях растворенного органического вещества



■ Подвижные формы Pu
■ Связанные формы Pu

Гуминовые кислоты Фульвокислоты Низкомолекулярные соединения
 ■ Pu(V) ■ Pu(V) ■ Pu(VI)

Модификация структуры синтетических гуминовых кислот как метод создания экологически безопасного барьера на пути миграции актинидов

25

Сейчас трудно говорить об успехах в развитии науки **в 90-е годы – годы перестройки**, сопровождавшиеся прекращением финансирования научных работ, что, безусловно, отразилось на темпах развития науки. И, между тем, научные исследования в аналитическом отделе успешно развивались в различных направлениях. Во многом эти исследования явились успешным продолжением и развитием работ, начатых в ГЕОХИ в предшествующие годы.

Многие проблемы, существовавшие в аналитической химии в прежние годы, актуальны и сейчас. Для их решения сегодня используются методы и подходы, реализованные еще в 70 – 80 –е годы. Но возникают и новые методологии, приемы анализа, углубляется развитие теории аналитической химии. Математизация и компьютеризация методов анализа, моделирование процессов, происходящих в химическом анализе, сегодня заявляют о себе все более громко.

Таким образом, история ГЕОХИ РАН тесно связана с основными этапами развития экономики, науки и политики в СССР: создания атомной промышленности, освоением космического пространства и Мирового океана, решением глобальных и региональных экологических проблем.

Сейчас ГЕОХИ РАН - один из крупнейших институтов Российской академии наук. В его составе 28 научно-исследовательских лабораторий, производственные мастерские, научно-исследовательское судно (2600 т), он занимает здания общей площадью 30000 кв.м.

В институте работами в области аналитической химии руководили последовательно заместители директора академика А.П.Виноградова член-корреспондент АН СССР Д.И.Рябчиков (до 1965 г.), профессор П.Н.Палей (1965 - 1968 гг.), ныне академик Ю.А.Золотов (1968 - 1979 гг.), ныне академик Б.Ф.Мясоедов (1979 - 1998 гг.), член-корреспондент РАН Л.А.Грибов (1998 – 2010гг.). В настоящее время заместителем директора института академика Галимова Э.М является доктор химических наук, профессор В.П.Колотов.

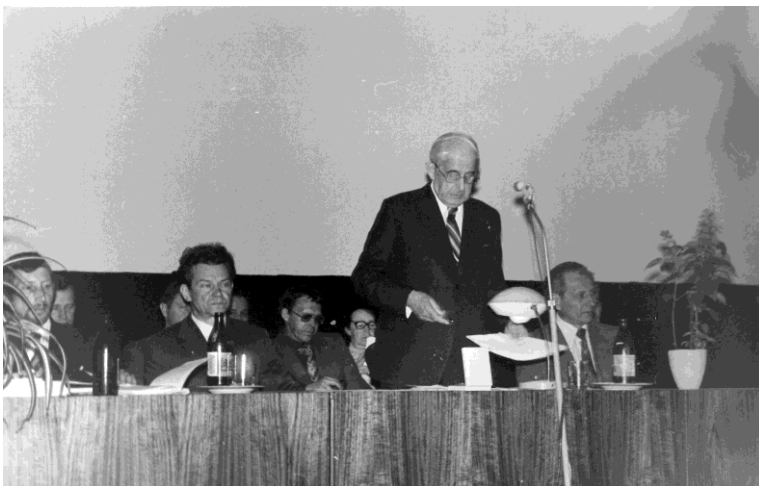
В области аналитической химии в ГЕОХИ работали и работают **известные ученые** - академики И.П.Алимарин, Ю.А.Золотов, Б.Ф.Мясоедов, члены-корреспонденты АН СССР (РАН) Д.И.Рябчиков, Л.А.Грибов, Б.Я.Спиваков, профессора П.Н.Палей, М.М.Сенявин, Л.Л.Кунин, В.И.Кузнецов, А.В.Карякин, Э.Е.Вайнштейн, Н.М.Кузьмин, Г.М.Варшал, А.К.Лаврухина, С.Б. Саввин, Б.А.Руденко, В.П.Колотов и др.

В настоящее время в ГЕОХИ 18 докторов наук, 59 кандидатов наук, работающих в области аналитической химии. Из 21 лауреата Государственных премий 8 человек работают в области аналитической химии, 8-ми сотрудникам-аналитикам присуждены именные премии Академии наук.

В рамках **Научного совета АН СССР (РАН) по аналитической химии** ГЕОХИ проводил и проводит большую научно-организационную работу, координируя исследования по аналитической химии в стране. При участии ведущих ученых института составлялись Координационные планы научно-исследовательских работ по направлению "Аналитическая химия", которые определяли актуальные научные проблемы в этой области науки, намечали пути их решения. ГЕОХИ совместно с Научным советом РАН по аналитической химии организовывал и проводил всесоюзные конференции, совещания и школы по различным вопросам аналитической химии. Под эгидой Научного совета в ГЕОХИ с 1963 года функционирует городской семинар по аналитической химии.

Проведено три съезда аналитиков России (2010, 2013 и 2017 гг.) <http://analystscongress.ru>





70-е годы. Сессия Научного совета по аналитической химии, посвященная применению радиоизотопов в народном хозяйстве.

У микрофона в центре - академик И.П. Алимарин, второй слева направо сидит будущий академик Ю.А. Золотов

1957 год, ГЕОХИ. Международная конференция по применению радиоизотопов в народном хозяйстве. В президиуме (у микрофона) А.П. Виноградов



Май 1981 года, Звенигород. Оргкомитет Школы по аналитической химии

Ученые института и сейчас активно работают в составе Научного совета РАН по аналитической химии, а также Межведомственного научного совета по радиохимии, Научного совета по проблеме "Физико-химический анализ", Национального комитета российских химиков, Межведомственного научного совета по комплексным проблемам физики, химии и биологии.

Большой активностью характеризуется **редакционно-издательская деятельность ГЕОХИ**. При институте работает редколлегия и редакция "Журнала аналитической химии".



90-е годы. Коллектив редколлегии Журнала аналитической химии.



На банкете в ГЕОХИ по случаю 50-летия ЖАХ :
Б.Ф. Мясоедов, Ю.А. Золотов, Н.М. Кузьмин, Л.В. Колодяжная

"Журнал аналитической химии" (ЖАХ) издается с 1946 года Российской академией наук (РАН), в настоящее время ежемесячно в двух сериях - на русском и на английском языке. Журнал публикует обзорные и оригинальные статьи по всем направлениям современной аналитической химии. Кроме того, имеются рубрики, посвященные новым аналитическим приборам, преподаванию и истории аналитической химии, отдельным институтам и лабораториям, работе Научного совета РАН по аналитической химии, хронике, новым книгам. Периодически в журнале печатаются статьи-консультации. Каждый выпуск начинается "Страницей главного редактора". В основной, научной, части "Журнала аналитической химии" читатель может найти интересные статьи о новейших методах анализа, об отборе проб, метрологии анализа, анализе важнейших объектов, среди которых особое место занимают объекты окружающей среды. Почти в каждом выпуске публикуются обзорные статьи по быстро развивающимся направлениям. Авторами статей являются ведущие аналитики России, независимых государств-членов СНГ, многих других стран. В составе редакционной коллегии журнала - известные российские специалисты. Главный редактор, академик Ю.А.Золотов. Многие сотрудники являются членами редакционных советов ряда международных журналов.

Под эгидой ГЕОХИ были подготовлены и выпущены несколько серийных изданий по аналитической химии. Так, издана уникальная серия монографий "Аналитическая химия элементов" (54 тома). Причем 16 книг из этой серии были написаны сотрудниками института. Завершена серия монографий "Аналитические реагенты" (12 томов). Продолжается серийное издание "Проблемы аналитической химии" (вышло из печати 12 томов).



Библиотека ГЕОХИ





Серии «Аналитическая химия элементов», «Аналитические реагенты», «Проблемы аналитической химии»

Созданы и поддерживаются следующие базы данных, сайты и порталы:

1. Интернет-портал «Аналитическая химия в России»: <http://www.rusanalytchem.org> (с 2001 г. по настоящее время)
2. Сайт «Журнал аналитической химии» (с 1999 г. по настоящее время): <http://www.zhakh.ru>