

ЭЛЕКТРОННАЯ ВЕРСИЯ КНИГИ

Иван Павлович АЛИМАРИН ОЧЕРКИ ВОСПОМИНАНИЯ МАТЕРИАЛЫ

Предисловие к электронному изданию 2003 года

Почти сразу после кончины академика И.П. Алимарина возникла мысль подготовить книгу о нем, где были бы статьи о его жизни и научной работе, о кафедре и лабораториях, которые он возглавлял, а главное – воспоминания о нем его коллег, учеников и друзей. Книга была составлена и издана в 1993 году; в том году Ивану Павловичу исполнилось бы девяносто лет.

И вот прошло еще десять лет, и мы отмечаем столетие со дня рождения лидера советской аналитической химии. Отмечаем, воздавая должное огромному вкладу И.П. Алимарина в аналитическую химию, думая о том, как он пестовал своих учеников, вспоминая его чувство нового, энтузиазм и обаяние.

Та самая книга об Иване Павловиче теперь издается в электронном виде. Материалы ее ничуть не устарели; воспоминания об интересном человеке вообще не могут устареть, их ценность с годами только растет. Конечно, изменились лаборатории, которые были связаны с академиком Алимариным, изменились их коллективы, решаются новые задачи. Но это, во-первых, естественно (и сам Иван Павлович был бы противником консервации старого), а во-вторых – это тема других, отдельных, публикаций.

Уверен, что с книгой еще раз ознакомятся и те, кто хорошо помнит академика Алимарина, и молодые наши коллеги, которым интересно знать своих предшественников, и которые захотят выразить уважение тем, у кого учились их нынешние учителя.

Академик Ю.А. Золотов

Об электронной версии книги

Электронная версия книги представляет собой воспроизведение текста оригинального издания без каких-либо правок и дополнений.

Вставка с фотографиями исключена, ввиду недостаточно высокого качества их воспроизведения в оригинальном издании. Однако, на этом же компакт-диске, имеется достаточно обширный фотоальбом (около 160 фотографий Ивана Павловича), что компенсирует отсутствие некоторых фотографий из книги.

Электронная версия книги имеет свое оглавление, что упрощает и ускоряет навигацию при чтении (просмотре) книги. Кроме того, читатель может воспользоваться развитыми возможностями Adobe Acrobat Reader для поиска нужной информации по ключевым словам.

Нумерация страниц практически соответствует оригинальному изданию, что позволяет использовать имеющийся указатель имен, упоминаемых в книге.

В.П. Колотов, В.И. Широкова

И.П. АЛИМАРИН

**ОЧЕРКИ
ВОСПОМИНАНИЯ
МАТЕРИАЛЫ**

Ответственный редактор

академик Ю.А.ЗОЛОТОВ

МОСКВА "НАУКА-1993

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СЕРИЯ "УЧЕНЫЕ РОССИИ. ОЧЕРКИ, ВОСПОМИНАНИЯ, МАТЕРИАЛЫ"

Основана в 1986 году

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

академик А.М. БАЛДИН, академик О.Г. ГАЗЕНКО,
академик И.А. ГЛЕБОВ, академик В.И. ГОЛЬДАНСКИЙ,
докт. ист. наук В.Д. ЕСАКОВ, академик А.Ю. ИШЛИНСКИЙ,
канд. техн. наук Э.П. КАРПЕЕВ, докт. ист. наук Б.В. ЛЕВШИН,
академик М.А. МАРКОВ,
академик И.В. ПЕТРЯНОВ-СОКОЛОВ,
академик А.М. РУМЯНЦЕВ, академик Б.С. СОКОЛОВ,
член-корреспондент РАН Г.Б. СТАРУШЕНКО,
академик А.Л. ЯНШИН

УДК 543 Алимарин И.П.

Иван Павлович Алимарин: Очерки. Воспоминания. Материалы. - М.: Наука, 1993. - 156 с. - (Серия "Ученые России. Очерки, воспоминания, материалы"). - ISBN 5-02-001636-5

Книга рассказывает о крупном химике, ведущем ученом в области аналитической химии академике Иване Павловиче Алимарине (1903—1989). Сотрудники, ученики Ивана Павловича, известные отечественные и зарубежные ученые, родственники делятся воспоминаниями о нем. В книге помещены некоторые статьи и интервью самого И.П. Алимарина, выдержки из его выступлений. Дана обстоятельная характеристика научного вклада академика и его педагогической деятельности.

Для широкого круга читателей, интересующихся историей развития отечественной науки, жизнью и деятельностью ее выдающихся представителей.

Редакционная коллегия выпуска:
академик Ю.А. ЗОЛОТОВ,
член-корреспондент РАН Б.Ф. МЯСОЕДОВ, доктор химических наук В.М. ИВАНОВ, кандидат
химических наук В.В. БАГРЕЕВ
Составитель доктор химических наук В.М. ИВАНОВ
Рецензенты
доктор химических наук Ф.А. ГИМЕЛЬФАРБ,
доктор химических наук Б.Я. СПИВАКОВ

Ivan Pavlovich Alimarin: Essays. Recollections. Materials. - M.: Nauka, 1993. -156 p. - (Serie "Russian scientists. Essays. Recollections. Materials").

This book tells about outstanding chemist Academician I.P. Alimarin (1903-1989), leading scientist in the field of analytical chemistry. The memories about Ivan Pavlovich are shared by his collaborators, disciples, famous scientists of our and foreign countries, his relatives. This book also contains several papers, extracts of lectures and interviews of I.P. Alimarin himself. The scientific contribution and pedagogical activities of the Academician are defined thoroughly. Many photographs are included in the book.

This book is for chemists and wide circle of readers who is interested in the history of science in our country, life and activities of its remarkable representatives.

ISBN 5-02-001636-5

© Коллектив авторов, 1993
© Составитель В.М. Иванов, 1993
© Авторы вступительной статьи
Ю.А. Золотов, В.М. Иванов, 1993
© Российская академия наук, 1993

К ЧИТАТЕЛЯМ

В одном из старых уголков Москвы, на Рогожском кладбище, внутри ограды, охраняющей покой большой семьи Алимариных, стоит темный надгробный камень с лаконичной надписью: "Иван Павлович Алимарин. 1903-1989 гг." Год рождения и год смерти, а между ними тире, вмещающее целую жизнь.

Кто был этот человек, проживший так много? Удачлив ли он был в жизни? Сложилась ли она у него? Надпись ответа не дает. Это знаем мы -родные, близкие, друзья, товарищи, коллеги по работе, ученики. Одни знают все или почти все, другие - меньше, третьи - какие-то отдельные стороны жизни. Но все мы, авторы этого сборника воспоминаний, объединены уважением и любовью к Ивану Павловичу Алимарину.

Его любили и боялись; уважали и ревниво следили за успехами; радовались победам и завидовали им...

Кто знал Ивана Павловича и кто только слышал о нем (а таких очень много, ибо он был Учителем для нескольких поколений, многих сотен студентов) - прочитайте эти воспоминания, вникните в даты и связанные с ними события. Не удивит ли вас, что такое возможно в одном человеке - еще ученик, но уже и учитель; гражданский человек, но награжденный боевым орденом; не владеющий активно иностранными языками, но быстро находящий контакт с коллегами из любой страны; не психолог по образованию, но знаток человеческих душ; единственный академик МГУ, награжденный золотой звездой Героя Социалистического Труда за воспитание молодого поколения - студентов МГУ.

Жизнь долгая и такая стремительная; будто бы безоблачная и такая нелегкая; со многими победами и достижениями, но через принципиальность и каждодневный труд. Она получилась, ибо создала ее Личность.

Идея подготовить сборник воспоминаний родилась давно, практически сразу после кончины Ивана Павловича. Она и воплощалась довольно быстро, и был намечен срок выпуска - год 90-летия Учителя. За эти несколько лет бурные события изменили не только названия городов и институтов, но изменили название страны. Перед составителем сборника и ответственным редактором встала дилемма - как все называть: по-новому или на момент данного события? Вряд ли решение могло быть единственным, ведь слишком много коснулись изменения. Думаем, читатель не осудит нас за кажущиеся нестрогость и неединообразие.

По структуре сборник в основном повторяет аналогичные труды в серии "Ученые России. Очерки, воспоминания, материалы". Читатель найдет здесь библиографические данные о научной, педагогической и научно-организационной деятельности И.П. Алимарина, список его книг, литературу о жизни и работе ученого. Мы включили минимум материала из многочисленных выступлений И.П. Алимарина в периодической печати, научной среде, из

его популярных публикаций. В них страстность и неравнодушие ученого, руководителя больших научных коллективов. Представят интерес и научные статьи Ивана Павловича. В сборник включены статьи сотрудников учреждений, где работал И.П. Алимарин, - Московского государственного университета, Института геохимии и аналитической химии РАН, Института минерального сырья. Авторы статей отразили не только участие И.П. Алимарина в работе этих коллективов, его организаторский талант, но и показали научную интуицию ученого в развитии новых направлений аналитической химии. Едины в оценке этого выдающегося человека авторы материалов, помещенных в разделе "Воспоминания", хотя это люди разных поколений, разной степени соприкосновения с Иваном Павловичем, члены разных научных коллективов, а восприятие у них часто глубоко личное. Воспоминания Зои Васильевны Митрофановой мы поместили отдельно. Они живо и тепло характеризуют Ивана Павловича в кругу семьи и родственников, многообразие его интересов.

Фотографии расположены в хронологическом порядке.

В заключение следует сказать, что об Иване Павловиче Алимарине помнят не только авторы и составители этого сборника, но и все его многочисленные ученики и коллеги. Мы глубоко благодарны нашему Учителю, так много сделавшему для нас.

Ю.А. Золотов,
В.М. Иванов

* В электронной версии фотографии из печатного издания не приведены

М.Г. Цюрупа, Г.Н. Билимович, Ю.А. Золотов.

НАУЧНАЯ, ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ И НАУЧНО- ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ АКАДЕМИКА И.П. АЛИМАРИНА

Ведущий химик-аналитик Иван Павлович Алимарин родился 11 сентября 1903 г. в Москве в семье служащего. С юных лет в нем проявились любознательность, страсть к познанию, увлеченность поиском. Еще в школьные годы Ваня Алимарин со своими товарищами мастерил астрономические трубы, чертил карты звездного неба, делал гальванические элементы, проводил несложные физические и химические опыты.

Окончив в 1915 г. Рогожское начальное училище в Москве, он поступил в Московское коммерческое училище, преобразованное после революции во 2-й Московский промышленно-экономический техникум им. Г.В. Плеханова. Первыми учителями будущего ученого были: по химии - К.И. Висконт, по физике - А.В. Цингер и П.И. Мартынов. Под их влиянием у юноши усилилась тяга к естественным наукам. Особенно И.П. Алимарина увлекала аналитическая химия, с которой он познакомился по книге Н.А. Меншуткина. На его интерес к химии обратил внимание профессор петрографии К.И. Висконт, который оказал большое влияние на развитие склонности Ивана Павловича к науке.

В двадцатые годы будущий академик был лаборантом, а затем преподавателем химии на Рабочем факультете при Институте народного хозяйства им. Г.В. Плеханова. Здесь же под руководством профессоров К.И. Висконта, В.А. Наумова и А.Н. Шилова Иван Павлович руководил практическими занятиями по неорганической и аналитической химии. В 1923 г. по окончании техникума Алимарин был приглашен в Институт прикладной минералогии, впоследствии преобразованный во Всесоюзный институт минерального сырья (ВИМС). Здесь и началась научная работа молодого исследователя, которая на многие годы определила направление его деятельности. В хорошо оборудованной лаборатории петрохимического анализа проводились всесторонние исследования минералов, руд и горных пород, в которых Иван Павлович принимал самое активное участие. За годы работы в ВИМСе им лично было проделано свыше 1500 анализов различных минералов и горных пород.

В 1926 г. И.П. Алимарин был командирован в Московскую горную академию, где учился несколько лет на геологоразведочном факультете, совмещая учебу с работой в институте. К 1935 г. Иван Павлович имел уже 19 опубликованных работ и 10 научных отчетов по аналитической химии полезных ископаемых, руд редких элементов. В том же году без защиты диссертации ему присуждена ученая степень кандидата химических наук и присвоено звание старшего научного сотрудника. Одновременно И.П. Алимарин работал в Московском институте тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова: с 1929 по 1935 г. - ассистентом, а с 1935 по 1941 г. - доцентом и заведующим лабораторией анализа

минералов и руд редких элементов кафедры минералогии.

В начале войны И.П. Алимарин эвакуировался вместе с ВИМСом в Челябинскую область, где продолжал работу в области аналитической химии. По возвращении из эвакуации (1943) Иван Павлович был назначен заведующим кафедрой аналитической химии Московского института тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова; он занимал эту должность десять лет, до 1953 г. Одновременно продолжал работать в ВИМСе, в разное время занимая должности заместителя заведующего петрохимической лабораторией, заведующего химико-аналитической лабораторией и заместителя директора института по химико-технологической части. Здесь Алимарин организовал первую в СССР лабораторию по неорганическому микроанализу минералов и руд и создал школу высококвалифицированных химиков-аналитиков.

За время работы в ВИМСе И.П. Алимарин провел много исследований. Были изучены состав и структура ряда минералов, содержащих редкие элементы - ортита, чевкинита, танталита, колумбита и др. Эти работы привлекли внимание академиков В.И. Вернадского и В.Г. Хлопина, а также А.П. Виноградова, встречи и беседы с которыми оказали влияние на направление дальнейших работ Ивана Павловича. Он начал разработку новых методов определения малых количеств редких элементов в минеральном сырье. Так, было изучено содержание рассеянных элементов в плавиновых шпатах, касситеритах, аурипигментах, кварцитах, титаномагнетитах и др. Особое внимание уделялось определению ниобия, циркония, ванадия, германия, а позднее - рения, индия, таллия, галлия и др.

Решение задач аналитической химии малых концентраций потребовало разработки новых точных и чувствительных методов анализа. Уже в то время Иван Павлович начал использовать органические реагенты и разрабатывать физико-химические методы анализа. Им проведены исследования в области аналитической химии ниобия и тантала, разработки новых методов их отделения от других элементов и определения. Эти исследования были обобщены в докторской диссертации "Теоретические основы аналитической химии ниобия и тантала и новые методы их определения", которая была защищена им в 1950 г. в Институте тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова. В 1951 г. Алимарин утвержден в ученом звании профессора.

В дальнейшей научной деятельности И.П. Алимарина большую роль сыграл А.П. Виноградов, который в 1949 г. пригласил Ивана Павловича в Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского (ГЕОХИ) на должность заведующего лабораторией радиохимии, переименованной впоследствии в лабораторию чистых веществ, а затем в лабораторию радиоаналитической химии и микроанализа (в настоящее время лаборатория радиоаналитических и электрохимических методов). Период становления и роста лаборатории был связан с началом исследований в области ядерной химии - по радиохимическому изучению продуктов расщепления под действием протонов высокой энергии, проводившихся в Дубне. В дальнейшем по инициативе И.П. Алимарина впервые в СССР в ГЕОХИ получили развитие работы по ультрамикроанализу и радиоаналитическим

методам: активационному анализу, изотопному разбавлению и радиометрическому титрованию.

В связи с необходимостью решения проблем анализа веществ высокой чистоты и полупроводниковых материалов в лаборатории расширился круг аналитических методов, создавались группы теории и практики экстракционного извлечения микропримесей элементов, а также электрохимических методов анализа, в частности для развития метода инверсионной вольтамперометрии. Таким образом, основным направлением лаборатории становилось развитие современных методов анализа, нацеленных на определение следовых концентраций элементов.

В 1953 г. И.П. Алимарин был избран членом-корреспондентом, а в 1966 г. - действительным членом Академии наук СССР.

С 1953 г. Алимарин работал заведующим кафедрой аналитической химии химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, став преемником профессора Е.С. Пржевальского. Здесь Иваном Павловичем создана школа химиков-аналитиков, успешно решающая разнообразные проблемы современной аналитической химии: развитие аналитической химии редких и рассеянных элементов, разработка методов анализа высокочистых материалов, новые химические и физические методы анализа, микроанализ.

И.П. Алимарин большое внимание уделял теоретическим вопросам аналитической химии: изучению состава и строения комплексных соединений металлов с органическими реагентами и, в частности, комплексов со смешанными лигандами, разработке теоретических основ экстракции хелатов и других соединений, теоретических основ распределительной хроматографии и т. д. Разрабатывая теоретические проблемы аналитической химии, И.П. Алимарин всегда думал о практическом выходе этих исследований, использовании их результатов в народном хозяйстве. Многие разработанные под руководством Ивана Павловича методы анализа внедрены в практику научных и производственных лабораторий. Им опубликованы около 800 статей и ряд книг по аналитической химии.

И.П. Алимарин был не только крупным ученым с мировым именем, но и прекрасным педагогом. Много поколений студентов слушали его лекции по общему курсу аналитической химии и спецкурсы по методам анализа, всегда отражающие современный уровень аналитической химии и смежных наук. Большой вклад Иваном Павловичем внесен в дело подготовки научных кадров высшей квалификации, многие из его учеников стали ведущими специалистами. Под руководством И.П. Алимарина выполнено и защищено около ста кандидатских диссертаций. При его консультативном участии защищено 18 докторских диссертаций.

Многогранна общественная и научно-организационная деятельность И.П. Алимарина. Несколько лет он был членом бюро Отделения химических наук АН СССР, а с 1963 по 1989 г. заместителем академика-секретаря

Отделения физикохимии и технологии неорганических материалов АН СССР.

И.П. Алимарин был председателем Комиссии по аналитической химии АН СССР, а с

1970 до 1988 г. возглавлял Научный совет АН СССР по аналитической химии, созданный на базе Комиссии. Совет определял актуальные направления работ в области аналитической химии» проводил координацию научно-исследовательских работ и вносил рекомендации о внедрении результатов исследований. И.П. Алимарин участвовал в составлении записок о перспективных планах развития аналитической химии в СССР, много сил и энергии отдавал развитию аналитической химии в ее различных регионах. В рамках Научного совета проводились выездные сессии, всесоюзные школы, на которых крупные ученые читали лекции по актуальным методам анализа. При активном участии И.П. Алимарина проводились многочисленные конференции и совещания, симпозиумы по аналитической химии на базе региональных отделений совета. На посту председателя совета Иван Павлович много сделал для развития в СССР промышленности химических реактивов и приборостроения для аналитических целей, создания комплекса методов анализа высокочистых веществ, а также производства стандартных образцов.

Будучи членом ряда специализированных советов в ГЕОХИ и МГУ, а также членом проблемного научного совета при Государственном комитете по науке и технике СССР (ГКНТ), членом ряда экспертных комиссий по присуждению именных премий АН СССР, членом Национального комитета советских химиков, И.П. Алимарин с большой отдачей участвовал в их работе.

Он был главным редактором "Журнала аналитической химии" и членом редколлегии журналов "Заводская лаборатория" а также региональным редактором международных журналов "Talanta", "Journal of Radioanalytical Chemistry", "Radiochemical and Radioanalytical Letters". В течение многих лет был членом редколлегии журнала "Радиохимия".

Выдающиеся заслуги академика И.П. Алимарин в развитии отечественной науки и подготовке научных кадров высоко оценены: ему было присвоено звание Героя Социалистического Труда, он награжден четырьмя орденами Ленина, орденами Октябрьской Революции, Красной Звезды, Трудового Красного Знамени и шестью медалями. В 1972 г. ему присуждена Государственная премия СССР. Он награжден большой золотой медалью Выставки достижений народного хозяйства СССР.

Академик И.П. Алимарин пользовался большой известностью и авторитетом за рубежом. Участвовал в работе многих международных конгрессов и симпозиумов Международного союза теоретической и прикладной химии (ИЮПАК), выступал с докладами. Широкие международные связи И.П. Алимарина во многом способствовали развитию дружеских научных контактов между учеными химиками-аналитиками нашей и зарубежных стран. Он избран почетным членом Академии Финляндии, почетным членом Общества аналитической химии Англии, Японского общества аналитической химии, Химического общества ГДР, Французского общества промышленной химии, избран почетным доктором наук Бирмингемского, Гетеборгского и Будапештского технических университетов, в течение многих лет был титулярным членом ИЮПАК. И.П. Али-марин был награжден золотой медалью журнала "Talanta", золотой медалью университета им. Я.Э.

Пуркине (Чехословакия), медалями Ф. Эмиха (Австрия), Г. Хевеши (Венгрия).

Велика роль И.П. Алимарина в подготовке иностранных специалистов - студентов, аспирантов, ученых высшей квалификации. Многие из них при содействии И.П. Алимарина успешно защитили кандидатские и докторские (Ю. Тёльдеш и И. Стары) диссертации. По рекомендации И.П. Алимарина профессор Бирмингемского университета Р. Белчер был избран почетным доктором наук МГУ.

Главные направления научной деятельности

Академик Иван Павлович Алимарин долгое время был признанным главой аналитической химии в нашей стране, он внес большой вклад в постановку и развитие фундаментальных и прикладных исследований в этой области науки. В течение нескольких десятилетий И.П. Алимарин руководил в ГЕОХИ АН СССР и МГУ крупными научными коллективами. Его научная деятельность охватывала широкий круг проблем и на протяжении многих лет была связана с решением крупных научно-технических задач, встававших перед аналитической химией в разные периоды. На первом этапе - это разработка методов анализа полезных ископаемых, обеспечивающих сырьевую базу страны. Работы этого периода направлены на создание макро-, микро- и ультрамикрометодов анализа. Развитие аналитической химии редких и рассеянных элементов было вызвано запросами со стороны тяжелой индустрии и химической промышленности.

Основополагающие работы И.П. Алимарина относятся к аналитической химии малых концентраций элементов. Так, отвечая требованиям развивающейся атомной, а затем радиоэлектронной промышленности, много времени и усилий было уделено И.П. Алимариным с сотрудниками анализу смесей продуктов расщепления, развитию радиоаналитических методов анализа, таких, как радиоактивационный, метод изотопного разбавления, радиометрическое титрование, а позднее - субстехиометрический анализ.

Значительное место в деятельности коллективов, возглавляемых И.П. Алимариным, занимала разработка методов анализа веществ высокой чистоты. Такой анализ проводили с помощью самых современных и высокочувствительных методов определения и концентрирования (активационный, полярография, экстракция, соосаждение). На этом этапе помимо решения проблемы большой практической значимости, был внесен весомый вклад в теорию методов с целью их совершенствования и развития.

Теоретическим вопросам аналитической химии, таким, как изучение состава и строения комплексных соединений металлов (преимущественно редких и рассеянных) с органическими реагентами и, в частности, комплексов со смешанными лигандами, механизму протекающих реакций, а также изучению состояния элементов в растворах И.П. Алимарин уделял постоянное внимание.

Особенностью творческой деятельности Ивана Павловича было стремление к расширению области знаний за пределы собственно аналитической химии и привлечение достижений смежных наук для решения аналитических задач. По инициативе И.П. Алимарина в руководимых им коллективах развивались такие методы анализа, как рентгенофлуоресцентный, лазерная спектроскопия, кинетические методы, новые варианты электрохимических методов и ряд других.

Разработка методов анализа минерального сырья Анализ редких и рассеянных элементов

Первые исследования И.П. Алимарина по аналитической химии были проведены в Институте прикладной минералогии. Это на значительный период определило направление работ молодого ученого.

В 20-е годы страна остро нуждалась в самом разнообразном минеральном сырье. И именно в области анализа минерального сырья проводил в те годы Иван Павлович свои исследования. В 1926 г. им была опубликована первая научная работа, в которой описывалась конструкция -новой электрической печи для разложения силикатных горных пород при определении щелочных металлов. Эта печь не имела недостатков использовавшейся ранее газовой печи.

Через два года К.И. Висконт и И.П. Алимарин опубликовали статью о разработанном ими методе определения воды в слюдах - минералах, широко используемых в электротехнической промышленности.

Далее был проведен ряд исследований по разработке методов определения бора и фтора в различных объектах, так как в то время еще не существовало достаточно хороших и быстрых методов определения этих элементов в минералах и рудах. В одном из своих первых исследований (1929) Иван Павлович предложил колориметрический метод обнаружения фтора, используя его способность разрушать цирконийоксиантрахиноновый комплекс с образованием более устойчивого фторидного комплекса циркония. Эта высокочувствительная реакция была использована Али-мариним впервые; впоследствии на ее основе был разработан количественный метод определения следов фтора в минералах и горных породах. Таким образом, Иван Павлович использовал новый тогда колориметрический метод, основанный на различной устойчивости комплексных соединений. В 1931 г. этот метод Иван Павлович применил для определения малых количеств фтора в известняках и фторсодержащих слюдах.

Определение бора в минералах и горных породах также представляло в то время

большие трудности. В 1927г. Иван Павлович предпринял первые шаги по проверке существующих методов и выбору наилучшего из них. В работе по аналитической химии бора ("Методика определения бора в силикатовых минералах и горных породах", 1932) им были обобщены опубликованные ранее данные и разработаны быстрые и точные методы титриметрического определения бора в различных минералах. Колориметрический метод был использован в те годы для определения малых количеств кремневой кислоты (1934) и германия (1936). Был предложен новый вариант колориметрического метода определения кремния в виде желтой и синей формы кремнемолибденовых гетерополикислот, позволяющей определять кремний в присутствии фосфора и больших количеств фтора. Колориметрический метод определения германия в виде желтой гетерополикислоты был разработан И.П. Алимариным совместно с Б.Н. Ивановым-Эминым и не потерял своего значения до настоящего времени.

Уже в начальный период своей деятельности Иван Павлович прекрасно понимал значение редких и рассеянных элементов для развития промышленности и необходимость разработки методов их определения. В 1935 г. им было предпринято исследование стеклопромышленных песков с целью определения в них рассеянных элементов, оказывающих влияние на окраску стекла. Был поставлен ряд задач: расширение границ определения рассеянных элементов, для чего проводилось их обогащение с помощью приемов фазового анализа; сокращение времени определения; повышение точности определения, что достигалось использованием колориметрических и титриметрических методов. Все это позволило разработать методы анализа, пригодные для заводского контроля и геохимических исследований.

Вопросы концентрирования редких и рассеянных элементов для их дальнейшего определения продолжали интересовать ученого и в последующие годы. В 1936 г. им проводилась работа по изучению и внедрению методов химического концентрирования следов галлия, индия, таллия, германия и рения при их определении в оксидных и сульфидных рудах путем экстракции, дистилляции и соосаждения.

Определению малых концентраций редких элементов была посвящена интересная статья И.П. Алимариной и А.П. Виноградова "Аналитическая химия малых концентраций редких элементов" (1938), в которой дана целая программа, направление исследований в области аналитической химии на многие годы. Авторы указывали, что промышленность использует все большее число редких и рассеянных элементов, отсюда необходимость разработки эффективных методов их концентрирования. Из химических методов концентрирования наиболее детально были изучены соосаждение (путем гидролиза, соосаждения сульфидов и т.д.), электролиз на ртутном катоде, электроосмос, экстракция органическими растворителями, дистилляция летучих соединений. Все эти методы концентрирования используются и сейчас, хотя к ним прибавились и другие.

В этот же период Алимарин начал широко использовать органические реагенты. Кроме названного оксиантрахинона (ализарина S), который использовался для определения

фтора, Иваном Павловичем совместно с Б.И. Фрид была изучена фениларсоновая, а затем пирогаллоловая кислоты как реагенты на ниобий и тантал (1937, 1938). Разработке аналитической химии этих элементов И.П. Алимарин посвятил многие годы своей жизни. Впоследствии эти материалы легли в основу его докторской диссертации.

Были разработаны и усовершенствованы методы концентрирования и определения ниобия, тантала, циркония, ванадия, германия, рения, индия, таллия, галлия, лития, бериллия, скандия, редкоземельных элементов, титана и др. Многие разработанные методы были совершенно новыми. Так, был предложен метод колориметрического определения ниобия реакцией с роданид-ионом. Было показано, что ниобий(V) в виннокислом растворе образует интенсивно окрашенное желтое комплексное соединение $H[NbO(SCN)_4]$, экстрагирующееся эфиром. Тантал образует бесцветное соединение, и поэтому представилась возможность определять ниобий в присутствии тантала. Этот метод до сих пор находит применение при анализе ниобий-танталовых руд и сплавов.

Исследование комплексов редких элементов с органическими реагентами

Как уже говорилось, при разработке методов анализа минерального сырья И.П. Алимарин широко использовал различные органические реагенты для разделения и определения редких и цветных металлов. С 50-х годов исследования органических реагентов были широко развернуты в ВИМСе, Институте тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова, а затем на кафедре аналитической химии МГУ и в ГЕОХИ.

Серия исследований была посвящена изучению реагентов, содержащих сульфоновую, селениновую и фосфоновую группы, для разделения и определения циркония, тория, скандия и др. Большое внимание было уделено изучению комплексов редких металлов с N-бензоилфенил-M-гид-роксиламином. Эти исследования позволили разработать новые оригинальные методы осаждения и экстракционного разделения элементов в сильноокислой среде. Совместно с З.А. Галлай изучено электрохимическое поведение аналогов купферона - неокупферона и N-бензоилфенил-N-гидроксиламина. Разработаны новые амперометрические методы определения титана, циркония, галлия и скандия с использованием указанных реагентов. Методы применяли к анализу некоторых полупроводниковых материалов.

Интересны исследования, выполненные совместно с С.Б. Саввиным, по изучению азокрасителей, содержащих *o,o'*-диоксиазогруппу. Особенно заслуживают внимания новые цветные реагенты на ниобий для его спектрофотометрического определения. Эти высокочувствительные и селективные реакции успешно используются в практике аналитических лабораторий.

В развитие теории действия органических реагентов были выполнены работы по расшифровке механизма аналитического действия гидроксилсодержащих азосоединений, изучены закономерности изменения реакционной способности органических реагентов в зависимости от их строения, а также намечены пути применения квантовохимических

методов для изучения строения и свойств органических реагентов сложного строения. В дальнейшем эти исследования получили широкое развитие в лаборатории С.Б. Саввина в ГЕОХИ.

Под руководством И.П. Алимарина на кафедре аналитической химии МГУ проводились также исследования комплексообразования элементов платиновой группы (В.И. Шленская). Исследовано комплексообразование палладия с диоксимами в галогенидных и роданидных средах, получены количественные данные, характеризующие устойчивость различных диоксиматов палладия. Методом абсорбционной спектроскопии изучено комплексообразование родия(III) с хлорид-ионами в водных растворах и получены значения ступенчатых и общих констант устойчивости отдельных комплексных форм.

Впоследствии широкое развитие получили исследования в области координационных соединений, связанные с изучением смешанолигандных и полиядерных комплексных соединений. В работах И.П. Алимарина с сотрудниками (В.И. Шленская, В.И. Фадеева, В.А. Бодня) обнаружены факты образования смешанометальных комплексов *o,o*-диоксиазосоединений ряда редких элементов, установлено образование смешанолигандных комплексов в системах с салициловой кислотой и гетероциклическими аминами и в системах гидроксамовые кислоты-ацидолиганды-органические основания (амины или фосфорсодержащие соединения). На основании этих исследований разработаны новые экспрессные, высокочувствительные и селективные экстракционно-спектрофотометрические и экстракционно-атомно-абсорбционные методы определения скандия, титана, циркония, платиновых металлов, а также методы их отделения и концентрирования.

В свое время интересные исследования были проведены в МГУ в области изучения состава и свойств новых гетерополисоединений молибдена и вольфрама с центральными атомами некоторых редких элементов в степени окисления 4+. Методами спектроскопии показано, что после восстановления не происходит разложение гетерополианиона, а во внутренней сфере комплекса изменяется степень окисления молибдена (З.Ф. Шахова). В развитие этих работ проведены систематические исследования условий образования и восстановления и изучение свойств молибденовых, вольфрамовых и тройных гетерополисоединений (ГПС) элементов IV-VII главных подгрупп периодической системы (Si, Ge, Sn, P, As, Se, Re) и подгруппы титана (Ti, Zr, Hf) (С.А. Моросанова, Е.Н. Дорохова, Е.Н. Семеновская). Внимание уделялось установлению механизмов некоторых процессов, изучению кинетики образования, экстракции и применению комплексов в анализе. Исследования с привлечением методов УФ- и ИК-спектроскопии, ЭПР, ПМР, ЯМР, кондуктометрии, метода математического моделирования позволили сделать заключение об изоструктурности тройных и двойных ГПС, гидратно-сольватном механизме их экстракции кислородсодержащими растворителями и ионно-ассоциативном - при экстракции аминами.

Из разработанных на этой основе методов определения интерес представляют методы, использующие основу образца для комплексообразования (определение рения в соединениях молибдена); кинетический метод определения гафния на фоне циркония;

высококочувствительные флотационные методы определения кремния по реакции образования молибдосиликата с пиразолоновыми красителями; методы определения кремния и фосфора, основанные на различиях в поведении α -, β -изомеров ГПК.

Развитие микро – и ультрамикрометодов анализа

В 1939 г. в Москве проходила I Всесоюзная конференция по аналитической химии, одно из заседаний которой было посвящено проблемам микроанализа. В резолюции этого совещания отмечалась необходимость более широкого развития и практического применения микрохимии, особенно для анализа минералов и сплавов.

С 1940 г. И.П. Алимарин широко поставил разработку микрохимических методов анализа. В связи с решением проблем геохимии, и в частности проблем генезиса минералов и распределения элементов в породообразующих минералах, а также в связи с изучением состава продуктов обогащения минерального сырья, содержащего редкие элементы, возникла необходимость развития количественного микрохимического анализа минералов. И.П. Алимарину и его сотрудникам пришлось создавать точные методы анализа минералов в навесках от 5 до 10 миллиграммов.

В декабре 1945 г. по инициативе И.П. Алимарина Комиссией по аналитической химии АН СССР было созвано в Москве специальное Всесоюзное совещание по микрохимии, на котором он сделал вступительный доклад "Успехи и проблемы неорганического микрохимического анализа". Это совещание подвело итоги всей работы в данной области, проведенной советскими аналитиками, и наметило планы дальнейшего развития.

Была опубликована серия оригинальных работ по микрохимии, выполненных И.П. Алимариным и его сотрудниками. Эти работы явились дальнейшим шагом в развитии микрохимического анализа. Еще в первой статье этой серии ("Количественный микрохимический анализ минералов, руд и горных пород. I. Общие вопросы микроанализа минерального сырья", 1940) И.П. Алимарин четко сформулировал цели и задачи микроанализа, а также преимущества этого метода. Все последующие работы показывают, с какой тщательностью самим Иваном Павловичем разрабатывались техника и методика микроанализа, какая проводилась доскональная проверка того или иного метода, отыскивались оптимальные условия проведения определения, подыскивались наиболее чувствительные реагенты. В предвоенные годы Алимариным были разработаны методы микроопределения закиси и окиси железа в минералах и горных породах, конституционной воды, кремневой кислоты в силикатах.

В годы войны И.П. Алимарин работал, как уже упоминалось, в Челябинской области. В "Бюллетенях ВИМС", которые в то время регулярно выходили в свет, он описал разработанные им методы: определение олова в рудах в полевых и лабораторных условиях; полевая диагностика вольфрама и молибдена в минералах и рудах; микро- и полумикрометоды определения кобальта, ванадия, ртути и др. В этот период им создана походная полевая микрохимическая лаборатория для исследования минералов и руд

различных типов (ХАЛ I, ХАЛ III, ХАЛ IV).

В тяжелые военные годы И.П. Алимарин отдавал все свои силы и способности отечественной промышленности, в особенности металлургии. Эта работа была существенным вкладом в дело повышения обороноспособности нашей родины. Вернувшись из эвакуации, И.П. Алимарин продолжал активно работать в области развития микро- и полумикрометодов анализа. Для этой цели были использованы органические реагенты, комплексные соединения, а также физико-химические и физические методы исследования: фотоколориметрия, полярография, амперометрия и др. Впоследствии все материалы были обобщены в монографии И.П. Алимарина и Б.И. Фрида "Количественный микрохимический анализ минералов и руд" (1961), переведенной на несколько иностранных языков.

Одновременно И.П. Алимарин проводил большую работу по внедрению полумикрометода химического анализа в практику высших учебных заведений. Впервые в СССР полумикрометод качественного анализа был использован в Институте тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова. Совместно с В.Н. Архангельской И.П. Алимарин написал учебник "Качественный полумикроанализ" (1949), который долго использовали в высших учебных заведениях, он был издан в ряде зарубежных стран.

В связи с исследованиями состава метеоритов, разного рода микровключений в минералах, а также состава миниатюрных деталей электроники в ГЕОХИ И.П. Алимарин начал развивать и совершенствовать технику и методику ультрамикрoанализа с использованием микроскопа, различных манипуляторов и специально сконструированных ультрамикровесов с чувствительностью 10^{-8} - 10^{-9} г. Были созданы специальные лаборатории микро- и ультрамикрoанализа в ГЕОХИ и на кафедре аналитической химии МГУ.

Работы по ультрамикрoметоду химического анализа, выполненные И.П. Алимариным совместно с М.Н. Петриковой, стали появляться в печати с 1952 г. Они явились логическим продолжением всей предыдущей деятельности Ивана Павловича. Используя различные химические и физико-химические методы анализа (осаждение, электролиз, титрование, кулонометрию, разделение на ионообменных смолах и т.д.), авторы разработали методы анализа ультрамалых количеств различных природных и искусственных образцов. Эти материалы были обобщены в монографии И.П. Алимарина и М.Н. Петриковой "Неорганический ультрамикрoанализ" (1960), переведенной впоследствии на английский и немецкий языки. За эти работы И.П. Алимарину Австрийским обществом микрохимии и аналитической химии была присуждена медаль Ф. Эмиха. В последующие годы были предложены оригинальные методики кулонометрических ультрамикротитрований, где в ультрамикрoэксперименте использованы комплексоны, а также металлические электроды. Новым направлением явились исследования микромодификаций ионселективных электродов для определений в малых объемах раствора.

В 1974 г. вышло второе и дополненное издание книги И.П. Алимарина с М.Н. Петриковой ("Качественный и количественный ультрамикрoхимический анализ").

Нужно упомянуть о создании в лаборатории И.П. Алимарина электрохимических

тонкослойных ячеек с параллельно расположенными электродами объемом 10-50 мкл для вольтамперометрического определения до 10^{-10} г вещества. Эти работы осуществлялись О.Л. Кабановой и Л.В. Елисейевой.

В середине 70-х годов по инициативе и при поддержке И.П. Алимарина были поставлены работы по физическим методам ультрамикрoанализа. Так, И.П. Алимариным разрабатывался метод рентгенофлуоресцентного микроанализа для определения состава из "навески" 10^{-3} - 10^{-6} г вещества с абсолютным пределом обнаружения до 10^{-9} - 10^{-12} г. и для локальных исследований без разрушения малых объектов с локальностью до 0,1 мм. Были предложены и разработаны методы количественного анализа при эталонировании по чистому элементу или простейшим соединениям его. Развивалась аналитическая электронная микроскопия совместно с Институтом технической физики Венгерской академии наук (Н.П. Ильин, И. Пожгаи). Был разработан метод количественного рентгеноспектрального микроанализа тонких пленок (до 100 нм) в просвечивающем электронном микроскопе, позволяющий определять химический состав микрообъектов без их разрушения с локальностью до 0,61-0,01 мкм (масса пробы 10^{-15} - 10^{-16} г) при абсолютном пределе обнаружения до 10^{-18} г.

Анализ чистых веществ

Большинство направлений научной деятельности И.П. Алимарина связано с разработкой методов концентрирования, разделения и определения малых и ультрамалых концентраций элементов, т.е. с аналитической химией "следов". Наиболее ярким и практически важным воплощением этих исследований явилось их применение в анализе чистых веществ, используемых в атомной, полупроводниковой, радиоэлектронной промышленности, волоконной оптике и других областях новой техники.

Усилиями руководимых И.П. Алимариным коллективов в ГЕОХИ и МГУ создан целый комплекс методов анализа высокочистых веществ, позволяющий определять в них большое число примесей с пределами обнаружения 10^{-5} - 10^{-9} %. К числу этих методов относятся активационный анализ (Ю.В. Яковлев), инверсионная вольтамперометрия (Е.Н. Виноградова, С.И. Синякова, О.Л. Кабанова), люминесценция (А.П. Головина), лазерная спектроскопия (Ю.Я. Кузяков), каталитические реакции (И.Ф. Долманова), а также комбинированные методы, сочетающие предварительное концентрирование экстракцией (Ю.А. Золотов), экстракционной хроматографией (Т.А. Большова), соосаждением (Н.А. Руднев) с атомно-эмиссионным, атомно-абсорбционным или спектрофотометрическим определением.

Широкое использование этих методов позволило не только наладить контроль и аттестацию продукции, но и способствовало совершенствованию технологии получения высокочистых веществ.

За разработку теории и новых физико-химических методов анализа высокочистых металлов, полупроводниковых материалов и химических реактивов И.П. Алимарину в

1972 г. присуждена Государственная премия СССР. Исследования в этой области широко развиваются и в настоящее время.

Ядерная химия и развитие радиоаналитических методов

Начало работ в этом направлении относится к 50-м годам, когда мирное использование атомной энергии, изучение процессов взаимодействия частиц высокой энергии с ядрами различных элементов потребовали от аналитиков разработки теоретических и практических вопросов анализа продуктов ядерных реакций. С 1950 г. в ГЕОХИ по предложению А.П. Виноградова на базе лаборатории радиохимии, возглавляемой И.П. Алимариным, была создана группа под руководством А.К. Лаврухиной для работы на крупнейшем в то время синхроциклотроне в Дубне. И.П. Алимарин со своими учениками и сотрудниками начал интенсивно работать в этой новой области над созданием методик радиохимического выделения продуктов ядерных реакций с целью их идентификации.

В результате исследований процессов взаимодействия частиц высоких энергий с различными элементами удалось идентифицировать порядковые номера и массовые числа разнообразных радионуклидов, образующихся при ядерных превращениях, рассчитать их выходы, на этой основе описать картину протекающих процессов и установить новые закономерности ядерных превращений, а также открыть новые, ранее не описанные нуклиды. В дальнейшем эти исследования были положены в основу изучения проблемы происхождения химических элементов и других вопросов космохимии, выделившихся в самостоятельное направление, возглавляемое А.К. Лаврухиной, по праву считающейся воспитанницей И.П. Алимарина.

Исследования по ядерной химии послужили отправным пунктом для постановки и развития радиоаналитических методов определения следовых количеств элементов, таких, как активационный анализ, методы изотопного разбавления и радиометрического титрования. Эти исследования и были начаты под непосредственным руководством И.П. Алимарина в начале 50-х годов в ГЕОХИ.

Метод изотопного разбавления, развивавшийся И.П. Алимариным совместно с Г.Н. Билимович, на протяжении 30 лет видоизменялся, совершенствовался и применялся на каждом этапе для решения различных задач. В классическом варианте метод был использован для определения трудноразделяемых пар редких элементов, таких, как Ta, Nb, Ti, Zr и другие с пределом обнаружения 10^{-2} - $10^{-3}\%$. Субстехиометрический вариант метода изотопного разбавления позволил резко снизить предел обнаружения и определять следовые количества элементов, существенно повысив при этом избирательность и экспрессность выделения. На этом этапе интенсивно развивалась теория метода, разрабатывались новые приемы и варианты метода.

Так, цикл исследований комплексонов в качестве реагентов для субстехиометрического выделения способствовал развитию теории субстехиометрического комплексообразования. Предложен метод расчета оптимальных условий проведения субстехиометрического анализа в присутствии двух хелатообразующих реагентов, позволяющий априори выбирать параметры произвольной системы определяемый элемент-комплексон-экстракционный реагент. Разработан ряд приемов, сочетающих субстехиометрическое комплексообразование с рядом методов разделения - экстракцией, электрофорезом на бумаге, ионообменной хроматографией, соосаждением. В результате выявлены новые возможности субстехиометрического варианта изотопного разбавления и расширены границы его применения для определения следовых количеств элементов. Это позволило разработать ряд экспрессных и высокочувствительных методов определения тантала, циркония, индия, иттрия в чистых реактивах, полупроводниковых материалах с пределом обнаружения 10^{-5} - 10^{-7} %.

Сравнительная оценка возможностей различных радиоаналитических методов на основе математического моделирования с привлечением ЭВМ позволила получить теоретические предпосылки для целенаправленного выбора того или иного метода в зависимости от задачи.

Метод радиометрического титрования был применен И.П. Алимариным совместно с И.П. Гибало и другими к определению бериллия, циркония и таллия в присутствии других элементов.

И.П. Алимарин совместно с Ю.В. Яковлевым впервые в СССР поставили и успешно развили работы по активационному анализу чистых веществ, горных пород и объектов окружающей среды. Особенно широко проводилась разработка методик нейтронно-активационного определения большого числа примесей с пределами обнаружения 10^{-5} - 10^{-9} % во многих высокочистых веществах, применяемых в атомной (графит, бериллий, уран и др.), полупроводниковой (кремний, германий, арсенид галлия, теллурид кадмия и др.), радиоэлектронной и других областях новой техники (алюминий, серебро, иттрий, европий и др.) и волоконной оптике (KCl, CsI).

В основу этих исследований был положен высокочувствительный радиохимический вариант активационного анализа с использованием методов экстракции и экстракционной хроматографии, ионного обмена, а также дистилляции и осаждения для разделения примесей после облучения в ядерном реакторе. Особое внимание уделялось использованию субстехиометрического выделения в активационном анализе.

В развитие основных теоретических положений субстехиометрии И.П. Алимариным и Г.А. Пережоговым была детально разработана теория субстехиометрической экстракции ионных ассоциатов. И.П. Алимариным, Ю.В. Яковлевым с сотрудниками разработаны теория и практика вытеснительной субстехиометрии в обычном и колоночном вариантах в системе внутрикомплексных соединений и ионных ассоциатов, предложена схема

многоэлементного активационного анализа с групповым экстракционным разделением и последующим субстехиометрическим выделением определяемых элементов.

Следует отметить имеющие важное практическое значение интересные теоретические исследования самопоглощения тепловых и резонансных нейтронов материалом матрицы с высокими сечениями захвата нейтронов (бор, кадмий, серебро и др.). Для повышения точности определения примесей в образцах таких материалов произвольной формы предложены полуэмпирические формулы расчета и введено понятие коэффициента экранирования определяемых примесей матрицей.

Проведен также большой цикл исследований по активационному анализу в инструментальном и радиохимическом вариантах на содержание 30 элементов в горных породах, лунном грунте, аэрозолях, вулканических пеплах и газах, морской воде, взвешях, донных осадках и сделан ряд важных выводов о поведении микроэлементов в геохимических циклах.

Разработка теоретических основ экстракционных методов разделения и концентрирования

В конце 50-х годов по инициативе А.П. Виноградова и при активной поддержке И.П. Алимарина в ГБОХИ Ю.А. Золотовым начаты исследования по теории и практике экстракции. При решении теоретических вопросов глубоко изучались все стадии взаимодействия элемента с реагентом и растворителем, влияние сложного фона электролитов, факторы, определяющие ход экстракционного процесса и его кинетику. Существенное внимание уделялось общей теории экстракции, экстракции координационно-ненасыщенных и заряженных внутрикомплексных (анионных и катионных) соединений, а также методам определения состава экстрагируемых соединений.

В результате были высказаны интересные теоретические положения, позволяющие объяснить и в значительной мере предсказать влияние природы органического растворителя на экстракцию внутрикомплексных соединений в зависимости от заряда иона металла и его координационного числа, показать вполне определенную зависимость кинетики экстракции от природы органического растворителя, установить факт образования внутрикомплексного соединения в водной фазе, а не на границе раздела фаз.

На основе изучения роли сольватации и гидратации при экстракции металлгалогенидных кислот с помощью инфракрасной и ультрафиолетовой спектроскопии был обоснован механизм экстракции металлгалогенидных кислот, получивший название гидратно-сольватного.

Проведенные систематические исследования вопросов теории открыли перед методом экстракции в ряде случаев совершенно новые возможности в практике анализа, а именно способы увеличения избирательности разделения и концентрирования, пути рационального сочетания экстракции с методами дальнейшего определения элементов.

В последующие годы в ГЕОХИ и на кафедре аналитической химии МГУ проводились

работы по экстракции металлов макроциклическими соединениями. Предложены селективные экстрагенты на медь и серебро. Разработаны теоретические основы экстракции металлов спин- и тритий-мечеными соединениями. И.П. Алимариным совместно с И.М. Гибало на кафедре МГУ изучалась экстракция ниобия, тантала, теллура, селена экстрагентами нового класса - бифункциональными тетразамещенными алкилдиаминами. Показано, что эти соединения значительно превышают по эффективности широко используемые монофункциональные амины. С использованием тетразамещенных алкилдиаминов разработаны экстракционные методики выделения и определения теллура в полупроводниковых сплавах и железосодержащих материалах.

Исследования в области хроматографических методов анализа

На кафедре аналитической химии МГУ под руководством И.П. Алимарина проведены работы по ионообменной, ионной, газо-жидкостной и жидкость-жидкостной хроматографии.

В лаборатории концентрирования, возглавляемой академиком Ю.А. Золотовым, интенсивно проводились исследования по ионной хроматографии. Выполнены оригинальные исследования по определению ионов тяжелых металлов, органических и неорганических анионов. Проводились исследования по выявлению закономерностей сорбции ионов на поверхностно-модифицированных сорбентах.

Систематически изучалась сорбция редких элементов ионообменными смолами из водных и водно-органических растворов комплексообразующих веществ. На основании этих исследований разработаны новые хроматографические методы разделения ряда элементов и отделения их от многих сопутствующих. Были найдены условия получения ионообменников, модифицированных органическими реагентами (гетероциклические азосоединения). Разработаны эффективные сорбционно-фотометрические методы концентрирования и определения палладия, меди и некоторых других элементов.

И.П. Алимарин один из первых в Советском Союзе начал проводить исследования по экстракционной хроматографии на кафедре аналитической химии совместно с Т.А. Большой. В настоящее время этот метод успешно используется для концентрирования и разделения следов элементов на фоне больших количеств макрокомпонентов. Выполнены интересные исследования по развитию теоретических основ экстракционно-хроматографического разделения. Достигнуты высокие значения коэффициентов концентрирования (10^5 - 10^6). Разработаны и внедрены в практику комбинированные методы, сочетающие экстракционную хроматографию с полярографическим, атомно-абсорбционным и другими методами определения элементов.

Электрохимические методы анализа

По инициативе и под руководством И.П. Алимарина в 1960 г. на кафедре аналитической химии МГУ и в ГЕОХИ была начата разработка метода определения ультрамалых концентраций веществ, называемого теперь инверсионной вольтамперометрией (Е.Н. Виноградова, С.И. Синякова). Исследования показали возможность определения по

анодным пикам малых примесей в особо чистых и в полупроводниковых веществах с чувствительностью до $10^{-6}\%$. Представляет интерес разработка нового осциллографического варианта метода инверсионной полярографии при использовании статистических методов планирования экспериментов, что позволило увеличить чувствительность определения примесей в 2-3 раза по сравнению с общепринятым вариантом (А.И. Каменев).

В ГЕОХИ были разработаны методы определения примесей ряда элементов до 10^{-6} - $10^{-7}\%$ в разнообразных промышленных и природных объектах, а впоследствии и в материалах для волоконной оптики, а также в ряде чистых веществ. Одновременно разрабатывались и использовались для определения микропримесей (10^{-5} - $10^{-7}\%$) методы с использованием каталитических токов с ртутным капаящим электродом.

В конце 60-х годов в лаборатории И.П. Алимарина в ГЕОХИ начали развивать электрохимические инверсионные методы анализа с использованием твердых электродов на основе углерода, в том числе пастового графитового электрода. О.Л. Кабановой с сотрудниками для определения следовых концентраций ряда неорганических ионов (до 10^{-8} М) был впервые в СССР использован стеклоуглеродный электрод. Предложен в качестве индикаторного электрода и широко использован в инверсионных электрохимических методах новый углеродный материал, синтезированный в СССР, - утлеситалл, обладающий рядом преимуществ перед стеклоуглеродом и другими углеродными электродами.

При содействии И.П. Алимарина в МГУ получили развитие методы потенциометрии и кулонометрии (П.К. Агасян).

В ГЕОХИ проведены работы по развитию метода кулонометрии при контролируемом потенциале для прецизионного определения платиновых металлов с использованием как платинового электрода, так и электродов из углеродных тканей. Разработан метод электрохимического концентрирования ряда элементов на электродных стержнях из спектрально чистого графита. На основе разработок ГЕОХИ промышленностью выпускаются таллиевые кислородомеры различных марок.

Люминесцентный анализ

Исследования по использованию фотолюминесценции в неорганическом анализе начаты по инициативе и под руководством И.П. Алимарина в 1963 г. (А.П. Головина) на кафедре аналитической химии МГУ. Работы проводились в трех направлениях.

Первое связано с применением органических флуоресцентных реагентов (оксифлавонов, 8-оксихинолина, его производных, родаминовых, акридиновых красителей и др.) и изучением влияния электронной структуры реагента и иона-комплексобразователя на спектрально-люминесцентные свойства образующихся комплексов с целью выбора лучших флуоресцентных реагентов. Из этих работ следует отметить многоплановые исследования ионных ассоциатов родаминовых красителей.

В этой области аналитической химии под руководством И.П. Алимарина создана ведущая в Советском Союзе школа. Разработаны высокочувствительные (с пределами обнаружения $n \cdot 10^{-4}$ - $n \cdot 10^{-7}\%$) и селективные методы определения галлия, индия, тантала, теллура, урана, тория и других элементов в полупроводниковых материалах, рудах, водах, химических реактивах. Изучение фотопроцессов в ионных ассоциатах родаминовых красителей с органическими и неорганическими лигандами позволило подойти к целенаправленному их поиску для флуориметрического определения элементов с основными красителями.

Второе направление - использование в неорганическом анализе безизлучательного внутримолекулярного переноса энергии электронного возбуждения с органической части (β -дикетоны, 2-аминопроизводные 8-оксихинолина) комплекса на резонансные уровни самария, европия, тербия и диспрозия. Результатом явилась разработка высокочувствительных (с пределами обнаружения $n \cdot 10^{-3}$ - $n \cdot 10^{-5}\%$) и селективных методов определения этих элементов в материалах электронной промышленности и объектах окружающей среды.

В последующие годы развивались начатые по инициативе И.П. Алимарина работы по использованию низкотемпературной люминесценции (криолюминесценции) водных растворов и экстрактов галогенидных комплексов d-переходных элементов: свинца(II), висмута(III), сурьмы(III), теллура(IV), меди(II), золота (I) (третье направление}. Разработанные методы, отличающиеся высокой селективностью и низкими пределами обнаружения ($n \cdot 10^{-3}$ - $n \cdot 10^{-5}\%$), используются в практике при анализе полупроводниковых материалов и продукции электронной промышленности (В.К. Рунов).

Атомно-эмиссионный анализ

Работы в этом направлении успешно развивались в МГУ в применении к анализу высокочистых веществ и природных объектов (Н.И. Тарасевич и др.). С целью нахождения оптимальных условий проведения анализа изучались физико-химические процессы в различных источниках атомизации и возбуждения. Эти исследования позволили разработать методы определения $n \cdot 10^{-6}\%$ циркония в титановых сплавах из навески 20 мкг после лазерного пробоотбора (К.А. Семененко), снизить пределы обнаружения примесей в никеле особой чистоты, провести аттестацию стандартных образцов сплавов на основе меди.

Придавая большое значение современным инструментальным методам анализа, И.П. Алимарин стимулировал развитие аналитической лазерной спектроскопии. В лаборатории, возглавлявшейся Ю.Я. Кузьяковым, была создана аппаратура, позволяющая использовать уникальные свойства лазеров для разработки двух перспективных методов определения следов - атомно-флуоресцентного и атомно-ионизационного. Выполнены эксперименты по применению в лазерном атомно-ионизационном методе многоступенчатой схемы возбуждения атомов в пламени, что помимо достижения сверхнизких пределов обнаружения повышает селективность определения. Разработаны методы определения следов всех щелочных, а также ряда других элементов в чистых веществах и объектах

окружающей среды. Так, предел обнаружения цезия, достигнутый при использовании широкодоступного пламенного атомизатора, был равен $\sim 10^{-12}$ г/мл.

Работы в области истории отечественной аналитической химии

И.П. Алимарин всегда придавал большое значение изучению истории развития отечественной науки, работы в этой области были опубликованы им совместно с М.Г. Цюрупа. В них были освещены значение трудов М.В. Ломоносова и Д.И. Менделеева для развития аналитической химии и работы русских ученых первой половины XIX века по аналитической химии платины и платиновых металлов. В 1967 г. была опубликована работа "Аналитическая химия (анализ неорганических веществ)", освещающая развитие аналитической химии в СССР за 50 лет; в другой работе (1969) показана связь современной аналитической химии, и в частности новых методов анализа, с положением элемента в периодической системе.

И.П. Алимарин был активным пропагандистом достижений аналитической химии и перспектив ее развития. Ряд его работ посвящен состоянию, успехам и перспективам развития аналитической химии. Свои взгляды на общие вопросы аналитической химии (название науки, ее сущность, роль в научно-техническом прогрессе) И.П. Алимарин изложил в статье «Современное представление о науке "аналитическая химия"» (1983).

Педагогическая деятельность и подготовка специалистов

Еще в техникуме у И.П. Алимарина проявился интерес к педагогической работе. Он все время "учась - учил", занимая, как уже было сказано, разные педагогические должности. Его лекции в МИТХТ им. М.В. Ломоносова, а впоследствии в МГУ пользовались успехом и привлекали слушателей.

В лекциях Иван Павлович старался освещать не только главные вопросы науки, но и стремился знакомить слушателей с новыми результатами, опубликованными в печати. И.П. Алимарин читал общий курс аналитической химии для студентов второго курса химического факультета МГУ, а также специальный курс по современным методам анализа для студентов, специализирующихся в области аналитической химии. Лекции его были насыщены содержанием, отражали современный уровень аналитической химии и смежных наук. Придавая большое значение взаимопроникновению близлежащих наук, Иван Павлович показывал плодотворность такой взаимосвязи.

Уделяя большое внимание воспитанию молодых ученых, Алимарин создал большую школу советских аналитиков, возглавивших отдельные направления аналитической химии и содействующих развитию этой науки в различных регионах страны.

Много сил и внимания он уделял совершенствованию преподавания аналитической химии, оснащению лабораторий и практикумов современными приборами, на кафедре аналитической химии в МГУ под его руководством была проведена значительная модернизация в этом отношении.

Совместно с Н.Н. Ушаковой было составлено учебное пособие по аналитической

химии. Иван Павлович ввел в лекционный курс демонстрационные эксперименты, описанные в руководстве "Демонстрационный эксперимент по общему курсу аналитической химии" (И.П. Алимарин, В.И. Фадеева, Е.Н. Дорохова).

В настоящем очерке о жизни и деятельности академика И.П. Алимарина мы коснулись лишь самых главных направлений его работы. Из приведенного материала ясно, насколько широк был диапазон его работ. В лице Ивана Павловича Алимарина научная общественность видела ученого с мировым именем, педагога и пропагандиста научных знаний, достойного представителя отечественной науки в международных организациях.

ИЗ ПУБЛИКАЦИЙ И ВЫСТУПЛЕНИЙ И.П. АЛИМАРИНА

Иногда самое трудное – увидеть очевидное *

Может быть, то, что я скажу, покажется Вам слишком революционным даже в наше бурное время. Однако именно сейчас нужно точно и ясно выражать свои мысли, формулировать свою позицию, последовательно и настойчиво ее отстаивать. Надо научиться терпеливо доказывать свою правоту.

Мне случалось делать ошибки. Я часто спорил со своими коллегами и учениками. И если я оказывался не прав, то признавал это даже с некоторой радостью, ведь для ученого нет ничего выше истины, мы все добывали ее. И после того как новое знание, новая истина добыты, они становятся нашим общим достоянием. И не так важно, кто ее добыл, поэтому настоящий ученый всегда радуется успехам своих коллег. В науке (я имею в виду науку настоящую) не должно быть места зависти, здесь может быть соперничество, соревнование. Однако основу взаимоотношений между учеными должно составлять взаимное уважение.

Как-то один из моих товарищей по работе удивился тому, что я поздоровался за руку с уборщицей. Я не удержался и вспыхнул (знаете ли, я часто вспыхиваю, несдержанность - мой большой недостаток). Наговорил ему резкостей и, признаюсь Вам, об этом не жалею - терпеть не могу чванства. Да, я здороваюсь с уборщицей, со студентом, с рабочим и со всемирно известным ученым одинаково. Все они для меня такие же люди, как и сам я. Мы все равны.

Я отклонился, кажется, от темы нашей беседы. Но все-таки хотел бы сначала высказать несколько самых общих мыслей. Тогда Вы и читатели журнала сможете лучше понять и основную часть нашей беседы. Я говорю об уважительном отношении к людям потому, что на собственном опыте убедился в том, какое огромное воспитательное значение имеет такое отношение.

Это было в 1924 г. Тогда я увлекался структурами алюмосиликатных минералов и сделал научный доклад о двух таких минералах. После этого академик В.И. Вернадский пригласил меня к себе. Он сказал: "Молодой человек, мне хотелось бы продолжить разговор на эту тему. Не соблаговолите ли Вы прийти ко мне домой?" В назначенный день и час я робко постучался в дверь его квартиры. Мне исполнился тогда 21 год. Я был начинающим химиком, говорить мне предстояло с ученым, имя которого знали очень многие. Экономка открыла дверь и сказала: "Проходите, профессор Вас ждет!". Во внешнем облике Владимира Ивановича, в его манере слушать собеседника, говорить - все покоряло. Он говорил со мной, как с равным. Я думал, что разговор не займет больше получаса. Но он задавал вопросы и сам отвечал на мои. Мы сидели уже больше часа. "Не откажите в любезности выпить со

* Химия я жизнь. 1990. № 12. Интервью И.П. Алимарина Ю.А. Устыньюку. — Примеч. сост.

мною чаю", - предложил Владимир Иванович. А в заключение нашей встречи вынул из шкафа два оттиска своих публикаций в "Comptes rendus" и, подписав их, подарил мне на память. До сих пор я храню их как самую ценную реликвию. Я ушел, вдохновленный и окрыленный. Неподдельный интерес выдающегося ученого к моим первым опытам, его одобрение оказали огромное воздействие. Этот случай стал для меня образцом на всю жизнь. Вот Вам пример настоящей высокой культуры.

К сожалению, сейчас многим этой культуры не хватает. Что же удивляться! Ведь больше семидесяти лет в стране велась настоящая охота на культурных людей, на ученых и других интеллигентов, на цвет нации. Люди не могут думать одинаково, каждый думает по-своему. Нас же приучили к мысли, что существует только один правильный взгляд на мир, один способ понимания целей и задач жизни, один путь к достижению благосостояния и счастья всех людей. Нас пытались отучить думать. К счастью, не все еще потеряно. Я горячо верю, что мы сумеем отодвинуться от той пропасти, в которую чуть-чуть не скатились.

Полагаю, что самое главное в жизни ученого - это вовсе не его собственные научные достижения и его дела. Самое важное и самое ценное - его ученики! Воспитать достойных учеников, которые могут пойти в науке дальше учителя, - это самая высокая цель. Труд профессора - очень тяжелый труд, это труд каторжный. Почти все годы работы в Университете я читал общий курс аналитической химии, готовился к каждой лекции, каждый раз что-то в них менял и имел привычку накануне проговаривать все перед доской у себя дома, размещая на ней материал так, чтобы его легко можно было воспринимать. Помню один курьезный случай. Как-то заболела наша домработница, и мы наняли новую женщину. Прошло две недели, и жена говорит: "Знаешь, а наша Настя расчет просит". Очень я удивился и спрашиваю, что же ей не нравится. А жена смеется: «Настя заявила, что не может жить у сумасшедшего, который, «надясь, запершись, два часа сам с собой говорил»»

Высока ответственность профессора в Московском университете. Все важно в его облике: высокая увлеченность предметом, глубокие профессиональные знания, артистизм; и как одет, и как держится, и как говорит. Нужно уметь установить контакт с аудиторией и постоянно его поддерживать - это высокое искусство. Именно поэтому я не люблю, когда меня отвлекают перед лекцией, я должен сосредоточиться. И после лекции мне нужно определенное время, чтобы проанализировать ошибки. У меня был прекрасный ассистент - Зоя Федоровна Шахова. Она без всяких стеснений всегда после лекции мне говорила, где я ошибся, где неудачно выразился, где не сумел полностью раскрыть тему. И я ей всегда был очень благодарен. Я не могу понять, как можно читать по бумажке. Ведь каждый раз важно показать студенту, как рождается мысль, нужно приучить его думать вместе с профессором, лекция должна быть сотворчеством. Я никогда не читал по учебнику, говорил студентам: "Это прочитайте и разберите сами в книге там-то и там-то".

К очень глубокому моему огорчению, все меньше наших лучших ученых читают лекции студентам. Это даже стало считаться чем-то зазорным. А ведь именно возможностью вступить в контакт с лучшими умами всегда был славен наш Университет. Вот сейчас я

передал кафедру своему ученику - академику Ю.А. Золотову. Это прекрасный ученый, замечательный эрудит, профессионал и очень содержательный, культурный человек. Но он сильно поразил меня, когда сказал, что не будет читать общий курс - нет ничего важнее для профессора университета, чем это дело. Он сказал, что курс будет читать доцент И.Ф. Долманова, знающий специалист, занимающийся кинетическими методами анализа. Но ведь в аналитической химии масса сложных областей, которые она знает лучше в лучшем случае на уровне последнего обзора, я не уверен, сможет ли она зажечь студентов, увлечь их проблемами электрохимических методов и хроматографии. В этом я Золотова одобрить не могу.

Но и я, наверное, в этом виноват. Ведь он пришел ко мне на 4-м курсе застенчивым пареньком и попросил разрешения работать, а затем делать дипломную работу. Я его спросил, как он относится к экстракции, и предложил тему по экстракции урана α -нитрозо- β -нафтолом. Он сделал отличную работу, а затем развил методы экстракции пентавалентного нептуния в кандидатской диссертации. Научные успехи у него были быстрые и блестящие. А вот к преподаванию я его не приобщил. Так что здесь есть доля и моей вины. Впрочем, я никогда никому из учеников ничего своего не навязывал. Мой принцип воспитания совсем иной - ученый может вырасти только в условиях полной свободы, без всякого принуждения. Дело руководителя - предложить на выбор несколько вариантов решения задачи, поспорить с выводами, поделиться интересной идеей. Терпимость, доброта и еще раз терпимость!

Видите, нам уже пришлось затронуть многие вопросы, связанные с культурой. Но я считаю постановку вопроса о "химической культуре" общества неправомерной и совершенно неправильной. Нет культуры химической, физической, астрономической и биологической, есть общая культура. Другое дело, что культурный человек в наше время должен иметь солидный запас химических знаний, сейчас без этого нельзя работать в любой области.

По существу, антропогенная нагрузка на биосферу приобрела такие масштабы, что под угрозу поставлено само существование человечества. Много пишут об экологическом императиве. Мне не нравится этот термин, но дело не в этом. Как можно поправить дело? Только терпеливым разъяснением обществу основ химических знаний, то есть объяснением того, какие последствия имеет тот или иной вид деятельности. Не секрет, что вовсе не химические производства наносят самый большой вред природе. Самые страшные ее враги - энергетика, транспорт, металлургическая промышленность. Химия, кажется, идет после них. К ужасным последствиям приводит удивительно дремучая химическая безграмотность тех лиц, которые в этих отраслях промышленности разрабатывают новые технологии, строят предприятия и на них работают. Очень плохо дело обстоит и с грамотностью руководителей самого высокого ранга, принимающих ответственные решения на правительственном уровне. А претензии предъявляются во всех случаях не этим людям, а нам, химикам. Однако самое печальное в том, что и среди крупных ученых встречаются такие, которые не хотят смотреть в будущее и думать об этом будущем.

Как-то я сидел на заседании Президиума АН СССР. Обсуждали в очередной раз вопрос о перспективных планах развития чего-то там до 2000-го или какого-то другого года. Смотрю, сосед справа тихо дремлет. Я спрашиваю, почему он не слушает. А он мне отвечает: "Дорогой Иван Павлович, а мне это не интересно. Для меня это совсем не актуально. Мне до конца века не дожить". Но я думаю, что ученый переживает себя в тех делах, которые продолжают его ученики, а всякий человек - в своих детях. О них надо думать, о будущем страны.

А вот еще один пример такого бездумного отношения к будущему, пример "близорукости", которая нам дорого стоит. Я ценю дружбу с Николаем Михайловичем Жаворонковым, но всегда говорил ему, что его действия в отношении строительства целлюлозно-бумажного комбината на Байкале - безответственные действия. Ведь это он подписал от имени химиков правительственные документы: "Не страшно, там спускают совсем немного в Байкал, ниже предельно допустимых концентраций". Я спрашивал его: "А вы думали о том, к чему эти малые сбросы приведут через 50 лет? А что будет, если какой-нибудь разгильдяй испортит очистные сооружения?" Это поразительно! Половина страны живет по принципу "после нас - хоть потоп!"

Я, как химик-аналитик, самую большую опасность вижу в том, что мы совершенно не готовы к решению этих проблем. Ведь прежде всего нужно обнаружить опасность и точно определить ее размеры, нужны простые, точные и надежные аналитические приборы с высоким быстродействием. Вот недавно беседовал с одним химиком из Средней Азии. Он работает на горном комбинате и отвечает за охрану окружающей среды: "Я знаю, что в три и пять часов ночи в реку сброшены большие массы воды, содержащие ртуть и другие тяжелые металлы, но сделать ничего не могу. Поступил к нам сигнал, мы собрались отбирать пробы, через два часа приехали, а река все уже унесла. Преступник просто надо мной издевательски смеется, за руку его не поймал".

Чтобы такого не случилось, нужен непрерывный контроль, мониторинг. День и ночь! Нужны химические сенсоры, которые всегда стоят на страже. Я за развитие этого направления, это наша надежда. Нужно создавать полифункциональные сенсоры сразу на несколько компонентов, однако пока у нас нет таких приборов. Мы, химики-аналитики, находимся в отчаянном положении, выделяемые средства совершенно не соответствуют огромным задачам.

Опять немного о заседании Президиума АН СССР. Слушаем доклад чл.-корр. АН СССР М.Л. Александрова из Ленинграда, возглавляющего научно-производственное объединение по приборостроению. Он с гордостью говорит, что правительство выделило около 40 миллионов рублей, что он присмотрел старый заводик-развалюху, хочет его купить, реконструировать и делать на нем аналитические приборы. Я спрашиваю у Г.И. Марчука, нашего президента: "А что, Гурий Иванович, теперь каждый будет себе заводик строить и для того, чтобы сапоги тачать?". Можно организовать на специальном заводе Академии наук производство уникальных приборов, которые будут выпускаться десятками штук или даже

штуками. Но сейчас страна нуждается во многих тысячах простых и надежных аналитических приборов, таких, как аналитические весы и рН-метры. Их на таком заводике не сделаешь! Я с горечью думаю о том, как дорого заплатят наши дети и внуки за столь близорукое и безответственное наше поведение.

Я предупредил Вас, что буду высказывать мысли крамольные. Безответственность в принятии важнейших решений может привести к катастрофе, безответственность граничит с преступлением. Это уже проблема нравственности. Химия и прежде всего аналитическая химия должны спасти страну от экологической катастрофы.

Сейчас много спорят о предмете аналитической химии. Например, многие считают, что аналитическая химия - наука о методах и средствах определения состава вещества. Так, например, считает Золотов, а я с ним не согласен. Думаю, что это наука о составе и строении химических веществ. Чтобы было яснее, приведу такую аналогию. Что такое астрономия? На мой взгляд, это наука о небесных телах (звездах, планетах и так далее), наука об устройстве Вселенной. А если встать на точку зрения Золотова, то это наука о методах и средствах наблюдения за небесными телами, наука о телескопах, разных зондах, космических аппаратах и всяких астрономических приборах. Чувствуете разницу в подходе? Аналитическая химия, в моем понимании, пронизывает и интегрирует все химические дисциплины. В каждой области химии есть свои аналитические задачи.

Здесь еще раз хочу вернуться к вопросу о культуре. Я уже многое об этом сказал, но ведь это вопрос наиважнейший. Культура научного спора, научной дискуссии - очень важна для ученых. Это важнейший элемент научной этики. Я сразу могу распознать во время спора, кто истинный ученый, а кто попал в науку случайно. Истинный ученый тот, кто бескорыстно и беззаветно служит своему делу, кто заражен неумемной жаждой нового знания, кому всякое новое знание приносит огромную радость.

Но в науке, к сожалению, встречаются и другие люди. Это те, кто в науке прежде всего видит себя. Для таких наука - среда обитания, место охоты. Такой в споре не истину защищает, а свою территорию. Берегитесь таких людей, они живут по законам джунглей!

Вы спрашивали меня об уровне подготовки наших химиков и о соответствии этого уровня мировому стандарту. В определенном смысле это неудачный вопрос, не может быть такого стандарта. Ни мирового, ни национального, вообще никакого. Все химики-ученые должны быть разными, не может быть двух похожих. Какой уж тут стандарт! Вспоминаю беседу с коллегами в Болгарии. Они жалуются, что страна у них маленькая и химического сырья немного, нефти и газа почти нет. Вся надежда на землю, на сельское хозяйство. А их принуждали готовить химиков в течение многих лет по той же программе, что и в Московском университете. Вот вам вред погони за стандартом!

Конечно, можно понять вопрос и по-другому. Вероятно, он просто нечетко сформулирован и имеется в виду уровень, объем и качество знаний. Тогда и ответ другой: "Метр должен быть метром и в Москве, и в Нью-Йорке, и в Ташкенте, и в Душанбе". Это касается не только выпускников вуза, но и кандидата наук и доктора - в еще большей

степени. Пример совсем свежий. Привозит мне женщина из одной автономной республики докторскую диссертацию по аналитической химии. Посмотрел - сплошная эклектика. Пригласил диссертанта, задаю вопросы. Вижу в диссертации молекулярную структуру, спрашиваю, каким методом она получена, отвечает, что М.А. Порай-Кошиц сделал рентгеноструктурный анализ. Спрашиваю, в чем разница между дебайеграммой и лауэграммой - молчание. Тогда спрашиваю насчет нового определения произведения растворимости - очень невнятное бормотание. Прошу тогда сформулировать первый закон термодинамики - молчание. Спрашиваю тогда, одинаков ли килограмм массы в Москве и Алма-Ате - слава Богу, говорит, что одинаков. Я ей сказал, что не могу поддержать такого доктора. Она обиделась: "Во-первых, я женщина. Во вторых, я башкирка. А таких докторов совсем нет". Пришлось собирать семинар. И мои коллеги тоже ее не поддержали. Так что "Метр - везде метр". Мы должны поддерживать высокий профессиональный уровень иначе брак в работе обернется когда-нибудь страшными бедами.

Я должен сказать, что наши лучшие выпускники не уступают лучшим иностранным студентам, и образование наше ценится высоко. Думаю, что около половины наших студентов подготовлены хорошо, а другая половина - это люди, которые попали к нам случайно и в химии себя не нашли; иногда это весьма талантливые люди, но сделавшие неверный выбор, а процентов тридцать пришли в науку за длинным рублем, прельстившись легкой жизнью. Я о них уже говорил только что. Нужно безжалостно избавляться от таких людей. Ни в коем случае нельзя им давать дипломов.

Трудно подготовить хорошего химика. Изменились времена, совсем другие ценности в жизни у молодежи. Раньше молодые люди приходили в университет за знаниями. Сейчас (таково наше время) преобладает прагматический интерес. Вот я во время проведения дня открытых дверей встречаюсь со школьниками и их родителями. Много записок такого содержания: "Сколько буду получать после окончания университета? А через сколько лет можно зарабатывать по 300 рублей в месяц?". И даже такой вопросик: "Смогу ли я найти себе подружку на вашем факультете?". Во всем мире падает престиж химического да и другого естественнонаучного образования. Молодежь двинулась в гуманитарную сферу. Адвокаты и юристы зарабатывают больше. Это жизнь. Поэтому очень важно, чтобы лучшие ученые преподавали на химическом факультете, участвовали во всех встречах со школьниками, выступали по телевидению, иначе мы потеряем много талантов.

Вы спрашивали о материально-технической базе образования. Опять ненужный вопрос. Как я ее оцениваю? Это нищенская база, положение ужасно. Оснащение нашего Университета нищенское. А разве есть другое мнение? Покажите мне серьезного и честного преподавателя, который думает иначе, - я хотел бы посмотреть ему в глаза. Ужас состоит в том, что наши политики, наши государственные мужи не понимают простой вещи: выпуская негодных специалистов сейчас, мы закладываем мину замедленного действия в фундамент дома, который строим. Она взорвется через 10 или 20 лет. Но она взорвется! Все та же поразительная близорукость!

Какими качествами должен обладать химик-ученый? Мне кажется, что мы об этом только и говорим. А ко всему, уже сказанному, я добавлю немного. Самое главное - неординарность мышления. Открытие обычно приходит только к тому, кто думает иначе, чем другие. Свежесть мысли, творческое горение и огромный труд - все в воспитании и преподавании должно быть сконцентрировано на этих главных качествах. И в пятый, и в десятый раз скажу: важнейшая проблема в нашем химическом образовании - проблема преподавателей, профессоров. Можно иметь великолепное оснащение, богатое финансирование и лучшие приборы. Но не будет настоящего наставника-учителя - новое поколение ученых не подготовить. Я многое повидал, многое пережил и многое передумал. И опять выскажу крамольную мысль: нужно срочно обновлять преподавательский корпус. Нужно избавляться от конформистов, от иждивенцев, от потерявших порыв и веру - вот где корень. Нужно создать нормальные условия для работы профессоров и преподавателей. Иначе произойдет страшная вещь: сейчас выезд за рубеж станет свободным и лучшие умы "утекут" в другие страны. Как можно не видеть этой опасности!

Еще о качествах ученого-химика. Я люблю гулять в лесу. Жена идет впереди и смотрит по сторонам, а я иду за ней и собираю грибы. Она всегда удивляется, как я их нахожу там, где она не заметила. Вот иллюстрация к тому, что смотреть и видеть - вещи разные. Мы должны научить наших учеников видеть, то есть быть предельно внимательными, собранными, нацеленными. Это очень трудная задача.

Какова должна быть система планирования выпуска специалистов? Только одна система - рынок труда и никакой другой. Все остальное - это пресловутая административно-командная система. Только в том случае, если выпускник сам должен будет искать работу, он будет стремиться получить не диплом-бумажку, а реальные знания. Знаний, полученных во время учебы, современному химику хватает ненадолго. Большую часть сведений и навыков химик должен получать за счет непрерывной самостоятельной работы. Однако сейчас при приеме на работу сплошь и рядом не истинная квалификация решает дело, а совсем другие факторы, например прописка. Велик разрыв, отделяющий нас от цивилизованных наций. Нам предстоит трудный и долгий путь.

Я сказал вам много горьких, но правдивых слов, но не хотел бы показаться здесь глубоким пессимистом. Потому и говорю эту горькую правду, что верю в наши силы. Огромна наша страна, и могуч ее народ. И есть еще порох в пороховницах. Посмотрите, это последнее издание итальянской энциклопедии по науке и технике, почитаем первый том. Сколько здесь имен советских ученых! Вот Ваш покорный слуга, а вот здесь еще и еще - больше тридцати ученых нашей страны. Вот номер "Talanta", международного журнала, специально посвященного аналитической химии в СССР, это в 1987 г. А вот два года спустя другой номер об американской аналитической химии, только что полученный. Здесь мы их опередили. Хотя нам трудно соревноваться с Европой и США, но есть еще области, где мы сохраняем лидерство. Я могу назвать в качестве примера создание новых органических реактивов для аналитической химии.

Я все-таки оптимист. Всю жизнь я служил своей стране и своему народу и верю, что у нас есть будущее. Оно есть, если каждый из нас осознает свою ответственность и будет твердо отстаивать свои взгляды во всем. Нам нужны честность и принципиальность. Ответственность за страну и ее будущее велика, а работа предстоит огромная. Так давайте же возьмемся за дело!

Учился и учу всю жизнь *

Корр. Иван Павлович, мне бы хотелось начать наш разговор вот с чего. Сегодня Вы - известный ученый не только в нашей стране, но и за рубежом. Вам удалось определить свое призвание очень рано. Ваш интерес к естественным наукам проявился еще в школьные годы. Расскажите, как это произошло.

И.П.А. Еще учась в начальном городском училище, мы с товарищем делали гальванические батареи, физические и химические опыты. Например, брали медный купорос, опускали туда гвоздь - и на гвозде выделялась металлическая медь.

Интерес к химии возник во многом благодаря моему отцу. Он был бухгалтером, но очень увлекался фотографией. Я наблюдал за его работой, и он начал меня понемножку привлекать к ней.

После окончания начального училища я поступил в Московское коммерческое училище, которое после революции стало Промышленно-экономическим техникумом им. Г.В. Плеханова. В нем работали прекрасные преподаватели, были хорошо оборудованные лаборатории и мастерские, кабинеты естествознания. Там-то в основном и началось мое увлечение естественными науками. Мне посчастливилось, что преподавателем химии был профессор Константин Иосифович Висконт, выпускник Московского университета. Он был геолог и петрограф и очень увлекался физической химией.

В то время геологи больше занимались чисто геологическими вопросами. Висконт же стремился использовать химию и физическую химию в этой науке. Для того времени это было новшеством. Константин Иосифович и привлек меня в лабораторию. Я стал его помощником, по-теперешнему говоря, ассистентом. С тех пор всю свою жизнь я учусь и учу. Считаю: так и должна протекать жизнь ученого.

В техникуме был организован первый рабфак в Советском Союзе -им. Плеханова. И вот я помогал рабочим и крестьянам, приходившим на занятия иногда прямо с винтовками. Уставшие, они занимались опытами по химии, и я им помогал. И горжусь этим.

Корр. Это было...

И.П.А. Это было в 1919 г., и мне было 16 лет.

Корр. Я читала, что уже в молодости Вы увлекались именно аналитической химией и изучали ее по книге Н.А. Меншуткина. Что это за книга была?

* Московский университет. 1983, 13 сент. Интервью И.П. Алимарина корреспонденту газеты
Примеч. сост.

И.П.А. В 1923 г. профессор Висконт пригласил меня работать в Институт прикладной минералогии (ныне - Всесоюзный научно-исследовательский институт минерального сырья). И там мне представилась возможность уже серьезно заниматься химией и химическим анализом по Меншуткину. Это крупнейший русский ученый, первым написавший книгу "Аналитическая химия". Если не ошибаюсь, она была переведена на шесть иностранных языков. Портрет Меншуткина вы видите в этом кабинете (Иван Павлович показывает на большой портрет ученого, который висит в его кабинете на кафедре аналитической химии). Но это был не единственный мой учебник. В те годы химия бурно развивалась в Германии. Поэтому я начал изучать немецкие учебники и одновременно самостоятельно - немецкий язык. Кстати, я и сейчас его знаю лучше, чем английский.

Корр. А сегодня по Вашим работам можно изучать аналитическую химию. Вы - автор более 500 научных статей и ряда книг. Многие из них были подготовлены в Московском университете. Но сюда Вы пришли уже доктором наук, профессором. А что было до этого?

И.П.А. Константин Иосифович Висконт в 20-е годы привлек меня на работу во 2-й Московский университет, который затем был преобразован в Институт тонкой химической технологии им. Ломоносова. Там я был лаборантом, преподавателем химии, старшим научным сотрудником, доцентом и, наконец, профессором.

Кандидатскую диссертацию я не защищал: звание кандидата химических наук и старшего научного сотрудника было присвоено мне по совокупности печатных работ в 1935 г., а первая моя печатная работа вышла в 1925 г. В 1950 г. я защитил докторскую диссертацию, начал читать лекции и заведовать кафедрой. В 1953 г. профессор Григорий Данилович Вовченко представил меня ректору МГУ академику Петровскому, который пригласил меня в университет, и я начал свою работу здесь как заведующий кафедрой.

Корр. Сколько же у Вас учеников?

И.П.А. Среди докторов наук около 20, а кандидатов наук далеко за сто...

Но вначале, думаю, надо все же сказать о моих учителях. На учителей мне в жизни везло. Прежде всего я должен назвать Александра Павловича Виноградова, вице-президента Академии наук, директора Института геохимии и аналитической химии. Он много сделал для моего совершенствования в области минералогии и геохимии.

Мне приходилось встречаться с Владимиром Ивановичем Вернадским у него дома в Ленинграде. Он обычно говорил: "Молодой человек, не угодно ли вам выпить со мной чашечку чая?" Вот что значит интеллигентный человек: мы пили чай, он - маститый ученый, и я, еще совсем начинающий, но он говорил со мной о научных вопросах, как с равным. Мне довелось работать с академиками Игорем Васильевичем Курчатовым, Александром Николаевичем Несмеяновым, Петром Александровичем Ребиндером и другими. Все это накладывало отпечаток и на мою научную деятельность.

Корр. Ваши научные исследования велись и ведутся в нескольких направлениях. Это и разработка методов анализа минерального сырья, и развитие микро- и ультрамикрометодов анализа, и анализ высокочистых веществ, и исследования по ионообменной и распределительной хромато-графии, по радиохимическим методам анализа и многое другое. Ваши ученики занимаются теми же проблемами?

И.П.А. Их судьбы сложились по-разному. Под моим руководством защитил диплом, затем кандидатскую диссертацию, а затем - докторскую профессор нашей кафедры, член-корреспондент Академии наук СССР Юрий Александрович Золотов. В Институте геохимии работает над докторской диссертацией другой мой ученик - Юрий Всеволодович Яковлев. Золотову, Яковлеву и мне в 1972 г. была присуждена Государственная премия за исследования по определению миллионных и миллиардных долей примесей в полупроводниках. Эта работа была также удостоена золотой медали ВДНХ.

Корр. В чем Вы видите свои основные задачи как заведующий кафедрой?

И.П.А. Сегодня наша кафедра имеет большой авторитет в Советском Союзе и за рубежом. У нас повышают квалификацию ученые из разных стран.

Кафедра оснащена современной аппаратурой. В 50-е годы главным орудием химика были аналитические весы, пробирка, колба, бюретка, воронка. Сейчас у нас имеются очень сложные аппараты - хроматографы, полярографы, атомно-абсорбционные спектральные приборы.

Все это стоило нам больших трудов. Но построить здание, насытить его аппаратурой - все-таки не самое сложное. Модернизировать научное мировоззрение преподавателей - куда сложнее. Конечно, неудобно хватить свою кафедру, но я должен сказать, что есть объективная оценка нашей работы - это те официальные благодарности, которые мы получаем. Это и тот факт, что около 25 процентов дипломных работ публикуются в "Вестнике МГУ" и других журналах.

Многие исследования, ведущиеся на кафедре, имеют непосредственный выход в практику.

Кафедра, совместно с Центральной заводской лабораторией ЗИЛа, внедряет новые методы анализа металлов и сплавов. Важные работы ведутся в области определения микроэлементов в лекарственных веществах и крови человека (совместно с 1-м Московским медицинским институтом и Кардиологическим центром Академии медицинских наук СССР). Сотрудничаем мы и с Гиредметом, Гинцветметом и другими учреждениями.

При всем этом кафедра не может сравниваться по масштабам и возможностям с Академией наук или отраслевыми институтами. Тем не менее, наши ученые заняты актуальнейшими научными проблемами: изучением методов анализа сверхчистых веществ, необходимых для атомной и полупроводниковой промышленности, разработкой методов анализа загрязнений окружающей среды. Очень перспективное направление развивает декан нашего факультета Юрий Яковлевич Кузяков: в лаборатории спектрального анализа, которой он руководит, используются лазеры.

Другая задача. В свое время Ленин говорил: "Кадры решают все". Это и наш лозунг. Есть у нас очень опытные преподаватели, которые выросли на кафедре: профессора В.М. Пешкова, П.К. Агасян, доцент И.Ф. Долмано-ва. Процесс воспитания талантливых молодых специалистов продолжается. Ведь науку делают творческие люди. Они у нас есть.

Корр. Вы читаете лекции студентам химического факультета. Какие цели Вы ставите перед ними? Какими хотите видеть сегодняшних студентов?

И.П.А. Я обычно говорю своим ученикам: все, что вы должны знать, изложено в учебниках. Моя задача - рассказать вам о моей науке, о тех нерешенных вопросах, над которыми вам придется работать. Моя задача - во всем видимом показать вам стороны невидимые. Мне бы хотелось, чтобы наши студенты полюбили всей душой свою специальность. Наука может открыть свои тайны только тем, кто ее страстно любит, отдает ей все, что у него есть. Кроме того, я стараюсь, чтобы мои ученики были интеллигентными и настоящими патриотами своей Родины. Я более сорока раз бывал за границей, и каждый раз стремился не просто прочитать доклад, а своими выступлениями, беседами прославить свою Родину - Советский Союз.

Корр. Иван Павлович, Ваша жизнь очень насыщена. Вы начинали работать в трудные годы. Молодое поколение может только представить это время, но не ощутить полностью. И ему интересно было бы узнать, как Вы тогда жили, как могли и учиться, и преподавать, и заниматься научной деятельностью. И все это в то время, когда были голод и холод, помещения непригодные...

И.П.А. Видите ли, я думаю, что у нас на первом месте были энтузиазм и большая жажда знаний. Вот я вам рассказывал, как и где занимался. А ведь денег мне родители не давали, а я небольшую зарплату получал. Но ходил пешком с Таганки, где жил, на Миусскую площадь в университет Шанявского, чтобы прослушать лекции профессора Шпольского. Очень часто я ходил в Политехнический музей, где было много интересных лекций, например, академик Лазарев читал лекции по физике. Я слушал выступления А.В. Луначарского, В.В. Маяковского, На все это находилось время.

Ну, а кроме того, я ведь был молодой человек, у меня в голове была не только наука. Я увлекался театром Таирова, мы смотрели "Жирофле-Жирофля", я бегал на все спектакли, которые шли у Мейерхольда...

Наверно, тут уместно будет коснуться и моих увлечений. С детства я любил изучать природу, а потом стал рыболовом. Только что вернулся с дачи, ловил лещей.

Второе мое увлечение - все запечатлеть на пленку. Я зафиксировал очень много своих заграничных поездок. Рассказываю о них студентам в общежитии, показываю слайды.

Я очень люблю музыку, особенно классическую. Конечно, я и Окуджаву послушаю, и Высоцкого, у меня есть их записи. Но это не так созвучно, моей душе. Мне близок прежде всего Чайковский, портрет его дома висит. Любимые композиторы Бетховен и Шопен. Когда занимаюсь, готовлюсь к лекциям, слушаю их музыку, она помогает мне творчески работать.

Корр. Теперь такой вопрос. Я знаю, что Вы - член редколлегий многих изданий, научных журналов, в том числе международных. Как Вам удастся все успевать: заниматься Вашей деятельностью заведующего кафедрой, работой в Институте геохимии и в этих журналах, и еще у Вас остается даже время на какие-то увлечения? У Вас что, какой-то особый распорядок дня?

И.П.А. На этот вопрос я отвечу словами академика Арцимовича, который однажды на общем собрании Академии наук сказал: "Наши ученые работают в свободное от работы время".

Корр. А дома, в Вашей семье, есть у Вас единомышленники? Кто-нибудь из детей пошел по Вашим стопам?

И.П.А. Такое, по-моему, не часто бывает в семьях ученых. Мой сын окончил физический факультет, сейчас работает в НИИЯфе. Область его работы - магнитные поля в космосе. Дочь - педагог, внук окончил пединститут, работает в школе, а внучка преподает французский язык.

Корр. Значит, можно все-таки выделить общие направления: наука и педагогика. Но ведь и Вы ученый и педагог. Так что Вам, наверное, близки слова: "Вновь мы с ними пройдем детство, юность, вокзалы, причалы". И это возвращает нас к началу нашего разговора...

И.П.А. Да. И знаете, я считаю, что человек состарился тогда, когда он перестал удивляться, перестал быть почемучкой. Как ребенок, который где-нибудь в автобусе у мамы все время спрашивает: "Почему?". Вот если ученый остался до своих глубоких лет почемучкой, то значит, он еще достаточно молод. А по этому вопросу Жан Жак Руссо сказал: "Не тот человек, который насчитывает много лет жизни, а тот, который чувствует жизнь". Мне кажется, я пока еще чувствую жизнь.

Современное состояние и некоторые перспективы развития методов аналитической химии *

Современную аналитическую химию можно определить как науку о химических и физических методах изучения состава неорганических и органических индивидуальных веществ и их разнообразных смесей. Она развивается на достижениях других химических наук, а также физики и техники; вместе с тем она разрабатывает и оригинальные теоретические направления. Многие методы аналитической химии и результаты теоретических исследований, в свою очередь, используются в смежных науках. Аналитическая химия играет большую роль в решении многих вопросов естествознания, техники и народного хозяйства.

Химики-аналитики стремятся понять и предвидеть тенденции развития аналитической химии. Предвидеть будущее нелегко, особенно на длительное время, но мы должны пытаться это делать, чтобы направлять интеллектуальные усилия, эксперимент и материальные затраты по наиболее перспективным руслам. Ответить на вопрос, какие направления в аналитической химии наиболее перспективны, очень трудно, поскольку невозможно (так же как и в других науках) предсказать, какие эксперименты или теории приведут к наиболее ценным результатам. Можно высказать некоторые предположения и в них всегда будет отпечаток субъективного. Одна из трудностей предсказания будущего в любой области науки заключается в том, что мы пытаемся представить себе это будущее, исходя из идей, которые уже существуют.

История развития теоретических идей в области аналитической химии или методов анализа показывает [1], что время для широкой реализации полезной идеи или усовершенствования метода в каждом случае весьма различно. Так, хроматографический метод анализа был предложен Цветом в 1903 г., однако понадобилось почти 40-50 лет для того, чтобы метод получил широкое теоретическое развитие и практическое применение. В последние 10-15 лет разрыв во времени между открытием, накоплением информации и практическим использованием метода существенно сократился. Так, атомно-абсорбционный анализ стал известен химикам-аналитикам благодаря работе Уолша, опубликованной в 1955 г., а широкое использование этого метода началось уже через несколько лет, после того как оптические фирмы наладили серийное производство аппаратуры [2]. Хорошо известный комплекс III - этилендиаминтетраацетат натрия - был исследован и рекомендован для анализа Шварценбахом в 1945 г. Вскоре комплексометрические методы начали применять во всех лабораториях мира. Столь же быстро внедрился в практику реагент арсеназо III, предложенный Саввиным [3].

* Журн. аналит. химии. 1970. Т. 25, № 4. С. 599-609 [Статья на основе лекции И.П. Алимарина на кафедре общей и аналитической химии Будапештского технического университета (1969 г.)].

Рассматривать тенденции развития аналитической химии невозможно без оценки развития других областей знания. В аналитической химии, так же как и в других науках, мы наблюдаем процесс дифференциации (обычно по методам анализа). Ученый все больше становится узким специалистом в своей области и при современном большом потоке информации он не в состоянии быть полностью в курсе событий даже по своей узкой специальности. Однако одновременно идет противоположный процесс интеграции. Так, например, в аналитической химии все больше используются математика, физика, квантовая химия, радиоэлектроника и т.д. (Даже в самой аналитической химии мы наблюдаем тенденции к сочетанию методов, например, хромато-масс-спектрометрия, хромато-полярография, экстракционно-фотометрический анализ, фотометрическая кулонометрия, радиопотенциометрия и др.) Новые достижения физики и техники могут по-новому поставить решение проблем определения атомного и молекулярного состава веществ.

Мы часто наблюдаем взаимное оплодотворение наук: один и тот же объект обычно является предметом исследования различных наук. Например, химики-аналитики помогли физикам и металлургам получить чистейшие вещества, определяя в них следы примесей, и таким образом создать атомные реакторы, полупроводниковые устройства, квантовые генераторы, которые в свою очередь были применены аналитиками для своих целей, при этом был достигнут более высокий уровень чувствительности и точности.

Разве мы могли, например, 30 лет тому назад думать об использовании атомной энергии в аналитической химии или о применении оптических квантовых генераторов света (лазеров) в эмиссионном и масс-спектральном анализе [4]. Мы не представляли возможностей какого-либо использования инертных газов, а сейчас перксенат (XeO_6^{4-}) применяется как сильный окислитель, а криптонаты, содержащие радиоактивный криптон-85, - в титриметрическом анализе [5]. Сольватированный электрон используют как сильнейший восстановитель [6].

Несмотря на трудности, можно попытаться рассмотреть в общих чертах, как развивается аналитическая химия и заглянуть в ее будущее.

Главными направлениями современной аналитической химии являются:

1. Разработка стандартных экспрессных и автоматических методов контроля состава различных гомогенных и гетерогенных объектов на содержание в них отдельных элементов или их соединений.
2. Усовершенствование и создание новой аналитической аппаратуры и техники эксперимента.
3. Теоретические исследования механизма и кинетики химико-аналитических реакций, протекающих в растворе, расплаве и плазме.

Особенно многочисленны работы по аналитической химии растворов (состояние вещества в растворе, комплексообразование металлов с неорганическими и органическими лигандами и т.д.). Целью этих исследований является усовершенствование и поиск новых методов разделения элементов, концентрирования следов, а также повышение

чувствительности и точности результатов анализа.

Химик-аналитик стремится познать строение образующихся комплексных соединений, используя не только химические, физико-химические или физические методы, но и квантово-химические представления и расчеты. Это позволяет с большей вероятностью изображать структурные формулы реагента и образуемого ими соединения, рассчитывать положение главной полосы в электромагнитном спектре поглощения и, таким образом, на новой основе вести поиски новых органических реагентов или предсказывать свойства образуемых ими ценных в аналитическом отношении соединений [7,8].

В теоретических исследованиях химика-аналитика все больше используются электронно-вычислительные машины и приобретается опыт составления алгоритмических программ [9].

Для правильной оценки точности методов анализа, достоверности получаемых констант и т.д. в практику аналитика внедряются методы математической статистики [10]. Важным направлением является факторное планирование химико-аналитического эксперимента для нахождения оптимальных условий выполнения анализа [11].

В развитии методов анализа намечаются следующие определенные тенденции.

От периферии атома к его ядру

Использование внешних электронов. Аналитические методы этой группы основаны на использовании внешних электронов (ионизация атомов, гибридизация орбиталей и т.д.). Это, например, методы осаждения, комплексообразования, кислотно-основного титрования, реакции окисления и восстановления, а также кулонометрия, полярография, спектрофотометрия, люминесценция, хемилюминесценция и т.д. Сюда же относится и эмиссионный спектральный анализ, пламенная фотометрия, атомно-абсорбционный анализ, ЭПР и др.

Все этого рода старые и новые методы непрерывно совершенствуются. Повышается их чувствительность, селективность и точность. Они сейчас являются основными методами в решении научных и практических вопросов; многие из них не требуют особо сложной аппаратуры.

В последние годы мы наблюдаем использование электроники, автоматики и счетно-решающих устройств (электронные полярографы, кулонометры и особенно спектральные квантометры, позволяющие быстро анализировать серию образцов сразу на 20-50 элементов).

Использование глубоколежащих электронов. К этой группе методов прежде всего относится эмиссионный и флуоресцентный рентгеноспектральный анализ. Эти методы характеризуются высокой избирательностью и особенно пригодны для определения близких по химическим свойствам элементов, например, циркония и гафния, редкоземельных элементов, ниобия и тантала. Эти методы в сочетании с электронным микроскопом ("электронный зонд") или рентгенофлуоресцентный локальный анализ дают возможность

изучать состав фаз гетерогенного вещества на площади нескольких микронов с абсолютной чувствительностью до 10^{-14} г [12].

Использование свойств ядер. Дальнейший прогресс шел в направлении использования различия в свойствах ядер. Сюда можно отнести прежде всего метод ЯМР. Для аналитических целей был применен метод ядерной магнитной релаксации парамагнитных ионов в растворе [13, 14]. Метод позволяет количественно определять ионы марганца(II), меди(II), ванадия(IV) и др. с чувствительностью до 10^{-10} моль. Метод был использован для анализа сплавов и электролитов гальванических ванн. Продолжительность определения 3-5 мин, ошибка определения около 2% при содержании 10^{-4} - $10^{-3}\%$.

Использование различий в массах ядер элементов. Значительным шагом вперед в аналитической химии явилось применение масс-спектропии. Вначале эти методы применяли главным образом физики для определения атомных весов. Затем его использовали геохимики для изучения изотопного состава элементов с целью установления возраста минералов и пород [12]. За последние 4-5 лет, благодаря усовершенствованию аппаратуры, масс-спектральный анализ начал успешно применяться для определения следов примесей в чистых веществах с чувствительностью до 10^{-7} - $10^{-8}\%$ [15-16].

В лабораториях органической химии метод масс-спектропии широко применяется для анализа сложных смесей органических соединений. Недавно сконструирован прибор, сочетающий газовый хроматограф и масс-спектрометр (хромасс-2) [17].

Обращалось внимание на возможность использования масс-спектрометра для определения внутрикомплексных соединений металлов (ди-метилглиоксимат и бензидилдиоксимат никеля, оксихинолинаты меди, цинка, алюминия, железа, кобальта, марганца). Метод позволяет обнаруживать около 10^{-14} г вещества [18].

Радиоаквационный анализ. Химики-аналитики используют во все возрастающем масштабе ядерные реакции при действии нейтронов, заряженных частиц и χ -излучения [19,20].

Используя атомные реакторы с потоком тепловых нейтронов 10^{13} - 10^{14} н./ $(\text{см}^2 \cdot \text{с})$ возможно определять следы элементов с чувствительностью до 10^{-6} - $10^{-10}\%$. Этот метод, наряду с масс-спектропией, является самым чувствительным и достаточно точным.

Если раньше после облучения образца было обязательно выделение определяемого радиоизотопа с помощью носителя, то теперь часто используют гамма-спектрометры с высокой разрешающей способностью и счетно-решающие устройства, позволяющие сразу определять несколько элементов. Недавно начали применять высокочувствительные Ge-Li-полупроводниковые детекторы и уже первые работы показали, что они позволяют повысить чувствительность метода на 1-2 порядка [21].

В настоящее время начали применять лабораторные нейтронные генераторы [22] с потоком нейтронов 10^{10} - 10^{11} н./ $(\text{см}^2 \cdot \text{с})$. Используются лабораторные жидкостные урановые реакторы, работающие в импульсном критическом режиме [23].

Все это свидетельствует о том, что недалеко время, когда активационный анализ

станет вполне доступным методом во многих лабораториях.

Особую ценность активационный метод представляет для автоматического контроля состава твердых тел в потоке, например, для контроля на обогатительных фабриках с использованием образующихся короткоживущих изотопов.

Применение ускорителей заряженных частиц, например ${}^3\text{He}$, позволяет определять кислород в металлах с чувствительностью до $10^{-6}\%$ вместо 10^{-3} - $10^{-4}\%$ методом вакуум-плавления.

По поглощению нейтронов или радиоактивного излучения возможно зондирование глубоких недр земли, например, в скважинах, методом нейтронного каротажа и т.п.

Метод активационного анализа, а также методы анализа по естественной радиоактивности атмосферы и пород в ближайшем будущем будут одним из эффективных путей познания состава планет Солнечной системы и Луны. Сейчас в ряде стран разрабатывается аппаратура для анализа поверхности планет с использованием моноэнергетических ос-частиц ${}^{242}\text{Cm}$ [24].

От пассивного к активному воздействию на атомы и молекулы. Классические гравиметрические и титриметрические методы анализа условно можно было бы назвать "пассивными". Эти методы будут долгое время оставаться на вооружении аналитиков, но их значение, несомненно, уже сейчас уменьшается.

Теперь мы все больше применяем методы, в которых воздействуют на вещество высокими температурами, вплоть до нескольких десятков тысяч градусов, или частицами (нейтронами, протонами, ядрами гелия и др.) разной энергии.

Все больше используются электромагнитные излучения от низкочастотных радиоволн до жестких γ -лучей ($3 \cdot 10^{-8}$ - $3 \cdot 10^4$ см, или 10^4 - 10^{18} Гц). Здесь и низкочастотная радиоспектроскопия, инфракрасная спектроскопия, спектроскопия в видимой области и ультрафиолете и, наконец, рентгеновская спектроскопия, а также γ -активационный анализ. Однако мы далеко не полно используем все участки этого широкого диапазона, и здесь можно ожидать появление новых методов анализа.

От неселективного к селективному или от немонохроматичности к монохроматичности. В аналитической химии наблюдается стремление перехода "от неселективного к селективному". В чисто химических методах (гравиметрия, титриметрия) и в физико-химических методах (спектрофотометрия и т.п.) стремятся применять избирательно реагирующий реагент или подбирать условия (рН, маскирование), позволяющие определять элементы без разделения.

В последнее время появились работы по синтезу и применению полимерных смол с функционально-аналитическими группами, обеспечивающими высокую избирательность. Например, синтезирован ионообменный полимер, содержащий о-оксиазогруппу, характерную для Th^{4+} , Zr^{4+} , Hf^{4+} , Pu^{4+} , UO_2^{2-} и редкоземельных элементов. Варьируя кислотность раствора, можно избирательно сорбировать один элемент на фоне других [25].

Все больше применяются ион-селективные мембранные электроды, чувствительные к

ионам отдельных элементов [26]. Дарст и Тейлор [27] предложили использовать специфический, активный к фтору, микроэлектрод, представляющий собой мембрану из монокристалла лазерного типа, состоящего из фторида лантана с присадкой европия. Этот электрод, помимо специфичности к ионам фтора, обладает высокой чувствительностью (порядка $5 \cdot 10^{-6}$ моль фторида натрия).

В электрохимических методах - потенциометрии, кулонометрии и др. - все больше используются потенциостаты или амперостаты, позволяющие работать при строго определенном потенциале или силе тока [28].

В использовании спектра электромагнитных волн наблюдается тенденция к переходу от немонахроматичности к монохроматичности. Не так давно в колориметрии мы пользовались обычным (немонахроматическим) светом, затем стали применять светофильтры и, наконец, спектрофотометры.

Современный монохроматор или фильтр не обеспечивают часто необходимой монохроматичности; ее повышение приводит к ослаблению светового потока.

Вероятно в спектрофотометрии и люминесценции в ближайшем будущем мы сможем использовать квантовые генераторы (лазеры) непрерывного действия с нужной интенсивностью когерентного пучка света.

В радиоактивных методах анализа активация элементов производится нейтронами, заряженными частицами или γ -излучением. Современные установки для аналитических исследований не дают монохроматического пучка частиц или фотонов, вследствие чего проходят побочные ядерные реакции, приводящие к образованию других радиоактивных изотопов. Только в некоторых случаях удается достичь высокой специфичности. Например, для определения бериллия или дейтерия используют фотоядерную реакцию (γ, n). Низкий порог этой реакции на бериллий или дейтерий, в отличие от других элементов, позволяет путем регистрации нейтронов количественно и быстро определять эти элементы [29].

Сейчас физики стремятся создать установки, дающие моноэнергетические пучки заряженных частиц высокой интенсивности, которые несомненно будут использованы химиками-аналитиками.

В урановых реакторах также получают нейтроны с широким энергетическим спектром. В нейтронно-активационном методе используются главным образом тепловые нейтроны, спектр которых также достаточно широк. В последние годы делаются попытки монохроматизировать поток нейтронов путем использования специальных селекторов или фильтров, что позволяет вести активацию атомов элементов в области резонансных энергий, которая различна для разных элементов. Такой метод активации значительно более избирателен [19,20,23].

Резонансным физическим методам анализа следует уделять большее внимание. Типичным примером такого метода является мёсбауэровская спектроскопия, в которой частота γ -кванта, испускаемого ядром либо поглощаемого резонансно таким же ядром,

зависит от электронной оболочки атома, в котором возбуждаются такие же колебания [30]. Иначе говоря, определенный вид атомов отзывается только на тот же вид ато

мов, являющихся резонаторами. Этот метод позволяет селективно определять олово и железо в сплавах и рудах. К группе резонансных методов можно отнести развивающийся атомно-абсорбционный и атомно-флуоресцентный методы, в которых источником излучения служит лампа, содержащая определяемый элемент [2].

В аналитических лабораториях все больше используют электронный парамагнитный резонанс (ЭПР), циклотронный резонанс, ферромагнитный резонанс, ядерный магнитный резонанс (ЯМР), ядерный квадрупольный резонанс (ЯКР), которые дают весьма ценную информацию о процессах комплексообразования, степени окисления элементов, о характере связей в соединениях.

Особенность таких методов заключается еще в том, что для исследования образца часто не требуется его предварительной подготовки или изменения анализируемой формы. Поэтому перечисленные методы можно легко приспособлять к задачам непрерывного автоматического контроля [31].

От комнатной температуры к абсолютному нулю и к сверхвысоким температурам. Как известно, при комнатной температуре, вследствие теплового движения, атомы многократно получают и отдают порции энергии. Спектры поглощения или флуоресценции размыты. Если же вещество охладить до температуры $-100-270^{\circ}$, то в спектре появляется более тонкая структура, делающая его более характерным. Некоторые вещества не флуоресцируют при комнатной температуре, но флуоресцируют в замороженном состоянии. Этим путём можно обнаружить до 10^{-11} г некоторых органических веществ. Чувствительность обнаружения магния магнином увеличивается в 20 раз при замораживании раствора; при этом наблюдается яркая оранжевая флуоресценция (0,002 мг магния в 1 мл). Комплексное соединение тербия с дибензоилметаном не флуоресцирует при температуре -60° и выше, но при -185° появляется интенсивная флуоресценция. Метод замороженных растворов оказался весьма полезным в люминесцентном анализе [32].

Чупахин для анализа растворов на примеси применил замораживание растворов в искровом масс-спектральном анализе [33].

Следует отметить еще одно применение низких температур и криогенной техники в анализе. Для регистрации весьма слабых свечений фотоумножитель, служащий приемником света, погружается в жидкий азот, что дает возможность уменьшить уровень собственных шумов, регистрировать небольшое число квантов [34]. Упомянутые выше весьма чувствительные германий-литиевые детекторы излучения в радиоактивационном анализе также охлаждаются сжиженными газами [21].

В последние годы все большее внимание привлекает четвертое состояние вещества, называемое плазмой, т.е. газа, состоящего из положительно и отрицательно заряженных частиц в таких пропорциях, что общий заряд равен нулю [35]. В аналитической химии с плазмой приходится иметь дело в спектральном эмиссионном анализе, когда с помощью

вольтовой дуги или электрической искры вещество превращают в газообразное состояние, и при высокой температуре происходит ионизация атомов. Энергия ионизации атома зависит от положения химического элемента в периодической системе Д.И. Менделеева. Легче всего ионизируются атомы цезия и труднее всего атомы благородных газов. Все больше используются высокотемпературные плазменные источники возбуждения спектра (плазматроны). Температура плазмы достигает десяти тысяч градусов.

Таким образом, в аналитической химии все чаще используются экстремальные условия эксперимента.

Увеличение процента регистрируемых атомов или молекул. В классических методах (гравиметрических, титриметрических, фотометрических) в навеске или аликватной части раствора используются и определяются более 90% атомов или молекул [36]. В большинстве же новых методов анализа число регистрируемых атомов, ионов, молекул относительно невелико. Например, в пламенной фотометрии даже для наиболее легко возбуждаемого элемента цезия число возбужденных атомов не превышает 1% [37]. То же наблюдается в эмиссионном спектральном анализе, масс-спектропии, полярографии и в радиоактивационном анализе. В последнем методе невозможно достичь активации всех атомов определяемого элемента, так как доля активных атомов зависит от сечения ядерных реакций.

В ряде методов следует вести поиски способов возможно более полного превращения атомов или молекул анализируемых веществ в аналитически активную форму, регистрируемую прибором; это дает возможность повысить чувствительность анализа и отчасти точность.

С другой стороны, появились субстехиометрические методы анализа, в которых специально создают условия неполного протекания реакций, но в стехиометрических отношениях. Метод субстехиометрического анализа предложен Ружичкой и Стары [38]. В сочетании с методом изотопного разбавления и радиоактивационным методом возможно определять до $10^{-8}\%$ примесных элементов в чистых веществах с высокой селективностью. Недавно Агасян разработал метод субстехиометрической кулонометрии [39].

Все большее развитие получают методы, в которых небольшое число ионов или молекул вызывает образование большого числа новых продуктов реакций ("от малого к большому") или они ускоряют медленно протекающие химические реакции. Прежде всего здесь имеются в виду кинетические методы анализа, основанные на использовании реакций катализа. Чувствительность некоторых из них весьма велика, например, золото, марганец можно определять при концентрации 10^{-5} мкг/мл, а кобальт – 10^{-6} мкг/мл. Однако большинство методов малоселективно. Кинетические методы известны давно, существенный вклад в их развитие внес Яцимирский [40], а позже - Пешкова и др. Попутно отметим, что в принципе в кинетических методах могут быть использованы очень многие реакции комплексообразования. Так, $\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$ - кинетически инертный ион, при комнатной температуре он весьма медленно взаимодействует с ЭДТА, при добавлении HCO_3^- - иона

реакция ускоряется в зависимости от его концентрации; таким образом, возможно количественное определение HCO_3^- -иона.

Следует подчеркнуть, что кинетические методы анализа будут все больше развиваться [41]. В теоретических исследованиях и при разработке методов анализа необходимо обращать большее внимание на изучение скорости различных аналитических реакций и процессов: реакций окисления и восстановления, комплексообразования, экстракции, ионного обмена и т.д.

От медленного к быстрому. Еще одной характерной особенностью аналитической химии является тенденция к развитию экспрессных, в том числе автоматических и дистанционных, методов анализа. Быстрота и непрерывность все больше необходимы как в научных исследованиях, так и на всех стадиях производственного контроля. Все чаще используют аналитические приборы, снабженные самописцами, цифровыми счетчиками, цифрорепечатающими машинками или магнитными записывающими устройствами.

Для транспортировки анализируемых образцов от реактора к анализатору применяется пневмопочта. В заводских цехах завоевывают признание автоматизированные оптические и рентгеновские спектрографы - "квантометры", газовые хроматографы.

Автоматический анализ в потоке наиболее широко применяется для газов и жидкостей и почти не используется для твердых веществ. Однако и в этом случае намечаются перспективы развития. Применяется плутониево-бериллиевый источник нейтронов с потоком $5-10^6$ н./см².с и гамма-спектрометр. Автоматически забираемая проба руды или концентрата облучается и по короткоживущим изотопам определяется содержание элемента. Аналогично ведется анализ растворов в потоке (Na, V, In, Al, Cu, Se, F); для подобной цели используется и метод поглощения нейтронов. Активационный анализ обладает высокой производительностью, определение может быть выполнено в течение нескольких минут, включая взятие пробы; он позволяет определять как главные элементы, так и следы (порядка $10^{-5}\%$) [19,20,23].

Одной из трудоемких операций является перевод образца в раствор. Экспрессность анализа достигается, когда не требуется переводить образец в раствор, например в спектральных методах, а также в методах, основанных на отражении или поглощении α -частиц, нейтронов, гамма-излучения [23].

Быстрота анализа необходима и при изучении короткоживущих продуктов ядерных реакций. Эксперимент достиг такого высокого уровня, который позволяет в короткий промежуток времени получить, выделить и идентифицировать всего десяток атомов элементов с атомными номерами выше 100.

Сверхэкспрессные методы анализа необходимы также для изучения малоустойчивых продуктов, образующихся в растворах, газах, плазмах [42]. Мы научились анализировать осколки молекул - свободные радикалы, появление которых в зоне реакции определяет направление всего процесса (реакции окисления, крекинга, полимеризации). Исследование биохимических процессов также требует быстрых методов анализа.

Наконец, быстрые автоматические дистанционные методы анализа необходимы при освоении космического пространства и при изучении планет Солнечной системы.

Определение степени окисления элементов. Знание степени окисления элементов в твердом теле и в растворе приобретает все большее значение. В последние годы в оптике, в лазерной и полупроводниковой технике используют элементы с аномальной степенью окисления (редкоземельные элементы, рений, молибден, ниобий, тантал и др.). Элементы в их разной степени окисления могут присутствовать в больших и малых количествах как в объеме твердого тела, так и на поверхности (GeO, SiO, Eu(II), Cr(II) и т.п.). Задача их определения очень сложна, химические методы во многих случаях не пригодны. Большие надежды возлагаются на физические методы: оптический, рентгеноспектральный анализ, мёссбауэровскую спектроскопию, ЭПР и др.

Повышение точности результатов анализа. Точность и правильность аналитических данных с каждым годом приобретает все большее значение для решения многих теоретических и практических проблем, например физики твердого тела. В последние 10 лет установлено, что большинство твердых неорганических химических соединений не имеет точного стехиометрического состава [43]. Отклонение от стехиометрии, т.е. недостаток или избыток атомов одного из компонентов соединения, существенно влияет на физические свойства твердого тела, например полупроводников типа $A^{II}B^{VI}$ или $A^{III}B^V$; поведение микропримесей зависит от того, имеется ли избыток атомов А или В. Поэтому возникла проблема особо точного определения главных компонентов соединения с ошибкой 10^{-3} - $10^{-4}\%$. Из всех известных аналитических методов такую высокую точность пока обеспечивает только высокопрецизионная кулонометрия [44].

Многие свойства вещества, как, например, электрические, магнитные, оптические и др., чувствительны не только к содержанию следов посторонних элементов, но и к их вариации в пределах 5-1% и ниже. Получение точных данных и доказательство истинного содержания элементов является трудной задачей аналитической химии.

Хорошо известно, сколь велики бывают расхождения данных разных лабораторий при определении следов (иногда они достигают сотен и тысяч процентов). Это связано, с одной стороны, с неоднородным распределением примесей в образце, а с другой стороны, с большим числом источников погрешностей в химико-аналитическом эксперименте.

Остановимся только на "ошибках", связанных с характером образца. Когда следы распределены в образце равномерно в жидкостях, растворах или газах, то чем ниже концентрация примеси, тем больше ошибки (пренебрегая влиянием матрицы).

Более сложно положение с анализом твердых тел. В этом случае точность результатов зависит от гомогенности и негомогенности распределения следов по поверхности и объему твердого тела, например монокристалла. Примеси часто локализируются около дефектов в кристаллической решетке или между гранями кристаллов в поликристаллическом теле. При определении среднего содержания следов в образцах весом от десятых грамма до граммов задача состоит в том, чтобы выявить источники ошибок, например с помощью

радиоактивных изотопов или других приемов, и устранить эти источники.

Важно не столько добиваться предельной точности, сколько надежно устанавливать величину ошибки. Это возможно при использовании методов математической статистики [10, 45] и проведении многократного анализа одного и того же образца разными методами. С этой точки зрения особенно пригодны методы анализа без разрушения образца, например, рентгенофлуоресцентный анализ или радиоактивационный анализ в сочетании с электронными счетно-решающими устройствами [46]. Точность и правильность анализа зависят от отбора представительной пробы, особенно когда метод не позволяет использовать большие навески.

Кроме того, точность и правильность аналитических определений в известной степени гарантируются применением первичных или вторичных эталонных образцов. Однако приготовление, анализ и выпуск достаточного количества и нужного ассортимента эталонных образцов до сих пор плохо организованы.

В современной радиоэлектронике все больше уделяется внимания естественной или искусственно создаваемой локализации микропримесей в кристаллической решетке [47]. Эта сложная проблема возникла в последние годы. Примеси в монокристалле распределяются по объему и по осям симметрии неодинаково; кроме того, примеси иногда не закреплены в кристалле, а мигрируют, особенно при повышенной температуре. Примеси могут находиться на поверхности кристалла вследствие адсорбции элементов из воздуха или из растворов при его промывании и последующей диффузии в поверхностный слой кристалла или в результате химического взаимодействия с веществом (например, тонкие пленки окислов, нитридов, железа, меди и др.). В объеме кристалла эти примеси не содержатся и, следовательно, их присутствие не может рассматриваться как показатель недостаточной чистоты кристаллического вещества. Иногда нужные, специально вводимые примеси, распределяются в кристалле в виде слоев [47].

Такие объекты также требуют весьма тонкого, тщательно продуманного микролокального или послойного анализа. Такого рода исследования проводятся с помощью рентгеновского локального или масс-спектрального микроанализа, но и здесь встречается много трудностей [48]. В этой области мы приближаемся к чистой физике, а физики выдвигают задачу прямого наблюдения дефектов в решетке кристалла и распределенных в ней отдельных посторонних атомов [49].

Нами не рассмотрены проблемы анализа органических и элементоорганических веществ. Почти не была затронута и важная проблема аналитической химии следов, связанная с разделением и концентрированием элементов. Ничего не сказано и о теоретических вопросах, волнующих химиков-аналитиков, например, о химии водных и неводных растворов, использовании комплексообразования, применении периодического

закона Д.И. Менделеева в аналитической химии и т.д.

Может создаться впечатление, что в конце концов весь анализ в будущем сведется к чисто физическим методам и к измерению физических параметров вещества. Возможно, это в каком-то далеком будущем и будет осуществлено, и последующие поколения будут смотреть на применяемые нами методы, как мы смотрим сейчас на аналитическую химию прошлого века.

Однако физика без химии не может плодотворно развиваться. Во всех физических методах анализа в той или иной степени участвуют химические процессы. Нам всегда будут нужны методы химического разделения элементов и их соединений. Инструментальные методы основаны на измерении какого-либо параметра, функционально связанного с массой. Применяемые приборы требуют градуировки по первичным и вторичным стандартным образцам, состав которых, как правило, устанавливается классическими "старыми" методами. Это, в частности, гравиметрические и титриметрические методы, которые имеют сейчас и, несомненно, долго будут иметь в будущем большое значение в аналитической химии, что хорошо показал Эрдеи [50].

Особо нужно подчеркнуть, что научное вооружение исследователей должно непрерывно совершенствоваться. Необходимо не только, чтобы наука помогала развивать промышленность, но и промышленность должна щедро помогать ученым в выпуске новейшей аппаратуры, новых материалов и реагентов.

Мы должны также подумать о модернизации лекционных курсов и лабораторных практикумов в высших учебных заведениях с тем, чтобы наша молодая смена ученых и инженеров по своему уровню подготовки соответствовала современному уровню развития науки и техники.

Литература

1. Алимарин И.П., Цюрупа М.Г. //Советская наука и техника за 50 лет. Развитие общей, неорганической и аналитической химии в СССР. М.: Наука, 1967. С. 245.
2. Львов Б.В. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. М.: Наука, 1966.
3. Саввин С.Б. Арсеназо //I. Методы фотометрического определения редких и актинидных элементов. М.: Атомиздат, 1966.
4. Корякин А.В., Ахманова М.В., Кайгородов В.А. // Журн. аналит. химии. 1968. Т. 23. С. 1610; Менке Г., Менке Л. Введение в лазерный эмиссионный микроспектральный анализ. М.: Мир, 1968.
5. Tolgyessy J., Varga S., Jesenok V., Hroncova D. //Chem. Zvesti. 1968. Т. 22. Р. 3.
6. Kund S. //Ingenior. Forsking. 1967. Vol. 76. P. 64.
7. Savvin S.B., Kuzin E.L. // Talanta. 1968. Vol. 15. P. 913.
8. Грибов Л.А., Кузин Э.Л., Саввин С.Б. // Журн. аналит. химии. 1967. Т. 22. С. 1790.
9. Dyrssen D., Jagner D., Wendelin F. Computer Calculation of Ionic Equilibria and Tit-ratation Procedures. With specific Reference to Analytical Chemistry. Almqvist and Wik-sell Stocholm. John Wiley and Sons. N.Y. L., 1968.
10. Доерфель К. Статистика в аналитической химии: Пер. с нем. М.: Мир, 1969.

11. *Маркова Е.В., Адлер Ю.П., Преображенская Г.Б.* // Завод. лаб. 1967. Т. 33. С. 1300.
12. Современные методы анализа. Методы исследования химического состава и строения веществ: Сб. к 70-летию акад. А.П. Виноградова. М.: Наука, 1965.
13. *Попель А.А., Граданников Е.Д.* // Журн. аналит. химии. 1963. Т. 18. С. 1291.
14. *Попель А.А.* Применение магнитной релаксации в неорганическом анализе: Автореф. докт. дис. Казан, ун-т, 1968.
15. *Чупахин М.С., Главин Г.Г.* // Журн. аналит. химии. 1963. Т. 18. С. 618.
16. *Brown R., Graig K.D., Elliot R.M.* Spark Source Mass Spectrometry as an Analytical Technique. Advances in Mass Spectrometry. L.: Pergamon press, 1962. Vol. 2.
17. *Александров А.Н., Рабинович А.С., Скоп С.А.* // Журн. аналит. химии. 1968. Т. 23. С. 922.
18. *Jenkins A.E., Mayes J.R.* // Talanta. 1967. Vol. 14. P. 777, 1213.
19. Кузнецов Р.А. Активационный анализ. М.: Атомиздат, 1967.
20. *Боуэн Г., Гиббонс Д.* Радиоактивационный анализ. М.: Атомиздат, 1968.
21. *Тотига К., Higuchi H., Miyaji N.* // Analyt. Chem. 1968. Vol. 41. P. 217.
22. *Кирьянов Г.И.* // Тр. Всесоюз. ин-та радиац. техники. М.: Атомиздат, 1967. Вып. 1. С. 47.
23. Тезисы докладов Второго Всесоюз. совещ. по активационному анализу. Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1968.
24. *Turkevich A.L., Franzgrote E., Patterson J.* // Geophys. Res. 1967. Vol. 72. P. 831.
25. *Саввин С.Б., Елисеева О.П., Розовский Ю.Г.* // Докл. АН СССР. 1968. Т. 180. С. 374.
26. *Pungor E.* // Hungar. scient. Instr. 1967. N 10. P. 1.
27. *Durst R., Taylor J.K.* // Analyt. Chem. 1967. Vol. 39. P. 1483.
28. *Речниц Г.А.* Электроанализ при контролируемом потенциале. М.; Л.: Химия, 1967.
29. *Плаксин И.Н., Старчик Л.П.* Ядерно-физические методы контроля вещественного состава. М.: Наука, 1966.
30. *Гольданский В.И.* Эффект Мёссбауэра и его применение в химии. М.: Изд-во АН СССР, 1963.
31. *Чибрикин В.М.* // Завод. лаб. 1964. Т. 30. С. 907.
32. *Божееольнов Е.А., Соловьев Е.А.* // Докл. АН СССР. 1963. Т. 148. С. 335.
33. *Чупахин М.С., Казаков И.А., Крючкова О.И.* // Журн. аналит. химии. 1969. Т. 24. С. 3.
34. *Баренбойм Г.М., Демонский А.М., Соломатин В.Ф.* // Промышленность химических реактивов и особо чистых веществ. М.: Химия, 1967. С. 253. [Тр. ИРБА; Вып. 8(14)].
35. *Франк-Каменецкий Д.А.* Плазма - четвертое состояние вещества. М.: Атомиздат, 1968.
36. *Алимарин И.П.* // Журн. аналит. химии. 1963. Т. 18. С. 1412.
37. *Полуэктов Н.С.* // Методы анализа по фотометрии пламени. М.: Химия, 1967. С. 53.
38. *Ruzicka J., Sary J.* Substoichiometry in Radiochemical Analysis. L.: Pergamon press, 1968.
39. *Агасян П.К., Хамракулоов Т.К.* // Журн. аналит. химии. 1968. Т. 23. С. 7.
40. *Яцимирский К.Б.* Кинетические методы анализа. М.: Химия, 1967.
41. *Mark H.B., Rechnitz G.A., Greinke R.A.* Kinetics in Analytical Chemistry. N.Y.: Wiley and Sons, 1968.
42. *Eigen M., Kustin K.* // Rev. World Science. 1963. Vol. 5.-P. 97.
43. *Ward R.* Nonstoichiometric Compounds Advances in Chem. Ser. N 39, A.C.S. Wash. (D.C.), 1963.

44. *Marinenko G., Taylor J.K.* // *Analyt. Chem.* 1967. Vol. 39. P. 1568.
45. *Налимов В.В.* Применение математической статистики при анализе вещества. М.: Физматгиз, 1960.
46. *Smythe L.E.* // *Talanta.* 1968. Vol. 15. P. 1177.
47. Миниатюризация и микроминиатюризация радиоэлектронной аппаратуры. М.: Мир, 1965.
48. *Алимарин И.П.* // *Химия и индустрия (Болг.).* 1966. Т. 38. С. 397.
49. *Ньюкирк Д.В., Верник Д.Х.* Прямое наблюдение несовершенств в кристаллах. М.: Metallurgia, 1964.
50. *Erdey L.* // *Chemia Analityczna.* 1968. Т. 13. С. 964.

Современное представление о науке «Аналитическая химия» *

Вряд ли найдется другая химическая наука, которая подобно аналитической химии стремится познать себя, свое содержание, цели, методы, название, значимость для других областей наук, техники, народного хозяйства, здравоохранения и обороны страны. Она стремится заглянуть в свое будущее.

Рассматривая вопросы статистики, метеорологии и динамики развития наук, следует прежде всего отметить количественный и качественный рост информации, громадное увеличение числа людей, занимающихся наукой, рост ее приборной вооруженности, и это порождает много проблем глобального характера. Важным моментом является изменение внутренней структуры наук, перспективное планирование их развития как общего, так и частного порядка, как, например, образование в вузах. Эти и другие проблемы интересуют представителей естественных и гуманитарных наук. Ведутся многочисленные дискуссии [1-3]. Некоторые считают необходимым обсуждать только конкретные вопросы, а диспуты общего характера считают пустой тратой времени. На это можно ответить только словами М.В. Ломоносова, что истинный ученый должен быть и философом.

Дальнейшее развитие науки, ее продуктивность несомненно будут связаны с техническим прогрессом, творческой способностью, качеством умственного труда и широтой знания ученого. В.Л. Гинзбург [4, 5] пишет: "В целом тенденции наук при высоком уровне развития сообщества ученых разных областей будут сводиться к взаимопониманию... Это самое главное в наше время роста наук. Шкала времени для 30-40-летнего человека составляет 20-25 лет, и это, пожалуй, наиболее достоверный срок предвидения. Изменение и рождение новых идей за 5 лет происходит лишь в редких случаях".

Вернемся к нашему разговору о науке "аналитическая химия". В этих, может быть иногда спорных, вопросах в последние годы много работ опубликовал Ю.А. Золотов [6-13], а И.М. Ориент [14-16] внесла существенный вклад в наукометрию и статистику развития науки "аналитическая химия".

Наука - прежде всего познавательная деятельность человеческого ума, она может быть абстрактной или конкретной. Из чисто философских представлений о строении атомов,

* Журн. аналит. химии. 1983. Т. 28, N. 3. С. 540-555.

квантовой теории и др. рождаются прикладные понятия, например спектроскопия, радиоактивность. Технические достижения приводят к новым теориям, например о сверхпроводимости, когерентных источниках света и т.п., а также к новым методам и технике эксперимента. Наука - это прежде всего поиск, приводящий к новым методам познания.

Теоретические основы аналитической химии

Фундаментальные естественные науки, такие как математика, механика, физика, химия, астрономия, биология и др., делятся на самостоятельные крупные разделы. Например, химия состоит из отдельных наук: неорганическая, органическая, физическая, аналитическая, биологическая, химическая технология, а также разделов: электрохимия, коллоидная химия, квантовая химия и т.д. Как первая, так и вторая категории наук взаимосвязаны, основываются на большом, разнообразном числе законов, теорий и гипотез.

Теоретические основы разных наук и их разделов весьма многочисленны. Химия, и аналитическая химия в частности, изучает состав, химическое строение и свойства вещества на атомно-молекулярном уровне, структурную организацию материи, электронные взаимодействия атомов, атомных групп, а также исследует условия превращения, механизм и кинетику процессов; рассматривает образование, перераспределение, распад связей между атомами и группами атомов, обусловленные электронными взаимодействиями - суть химического акта распада или синтеза вещества в вакууме, газе, растворе, расплаве или плазме. Все эти вопросы химии, а также физики аналитическая химия изучает в своих целях.

Говоря о применении физических методов исследования для решения задач эксперимента, надо различать цели и задачи физико-химического и физического исследования. В области химии и физики экспериментальные средства могут быть одни, а цели разные [17, 18]. Нам надо самим уметь смотреть на химию элементов глазами физика, и на физические явления глазами химика и учить этому других.

М. Планк отмечал, что мировоззрение исследователя всегда будет определять направление работы [17]. Материалистическое понимание науки исходит из объективной реальности и ее закономерностей и исторически-социального характера ее познания. В аналитической химии, как и в других науках, философское мышление должно иметь органическую связь с теоретическими и практическими исследованиями. Для научной деятельности, мышления и познания характерны кумулятивные формы развития. Большую роль в мышлении имеют ассоциативные представления, дуализм в познании химии и физики.

Современная аналитическая химия изменяется не только по характеру эксперимента, но и по стилю мышления. Эти истины я упомянул только потому, что нельзя говорить в единственном числе о многоплановой науке, как это пишет в заглавии своей статьи "О содержании теории аналитической химии" Ю.А. Золотов [12]. Он также пишет: "... есть разное понимание теории", - и далее указывает: <<под содержанием теории мы будем

понимать "оглавление монографии" и отчасти предмет исследований>>. Несомненно, правильнее было бы написать "теоретические основы аналитической химии". В упомянутой статье дается большой и интересный перечень вопросов, из которых каждый мог бы быть отдельным томом энциклопедии, которая, кстати сказать, нам очень нужна.

Совсем неприемлемо утверждение К. Данцера, Э. Тана и Д. Мольха [19]: "Поэтому в настоящее время одной из самых настоятельных задач аналитики является создание такой всеобъемлющей теории". Даже в физике теория относительности А. Эйнштейна пока не является всеобщей, и еще не завершена теория единого поля. В аналитической химии не может быть единой теории: кроме теории строения атомов и молекул можно назвать отдельные теории, например, кислот и оснований, окислительно-восстановительных процессов, рентгеновских спектров, лазерного излучения и т.п.

И еще одно замечание: теоретические основы аналитической химии едины, нет теории качественного и теории количественного анализа. Поэтому никак нельзя согласиться с названием учебника Ю.С. Ляликова и Ю.А. Клячко [20] "Теоретические основы современного качественного анализа", а также с многозначщей фразой в предисловии: "... это первая попытка создания теории качественного анализа подобной структуры". В этой книге нет теории растворов, плазмы, современных представлений о механизмах многих реакций и, в частности, окисления и восстановления, нет теории реакций ионов с органическими реагентами, каких-либо новых теоретических представлений о реакциях, а излагается в основном старый классический подход к реакциям.

Теоретические вопросы аналитической химии можно рассматривать с нескольких сторон. Прежде всего это поиск новых закономерностей в механизмах равновесных и неравновесных химических процессов в растворах, расплавах в плазме, газовой среде или даже в вакууме. В отличие от неорганической, органической и физической химии, в аналитической химии среды, в которых протекают реакции, очень многообразны как по составу, концентрации, так и по характеру ионов, молекул. Многообразны и экстремальные условия реакций, воздействия электромагнитных или ультразвуковых и других излучений с целью получения необходимого аналитического сигнала.

Иногда еще бытует мнение, что собственных вопросов теории в аналитической химии нет. Если это так, то это относится и к любой другой химической дисциплине. Ведь, например, законы термодинамики, кинетики, понятия о характере и энергии связи атомов и т.п. не могут быть привилегией только физической химии. Аналитическая химия не только применяет многие теории смежных наук, но и создает свои, которые использует химия, химическая технология и др.

Ни в одном учебнике или статье об основах аналитической химии нет сопоставления с другими химическими дисциплинами, например неорганической, органической, биологической химией, с точки зрения проникновения новых физических явлений, представлений, методов или техники эксперимента. ЭВМ в смежных науках (физика, математика, кибернетика) используется не в меньшей, а в большей степени, чем в

аналитической химии. Почему, спрашивается, ученые, получившие физическое образование, не хотят внедряться в область химии, понимать ее, стараются избежать симбиоза и стремятся отмежеваться путем изменения названия наук?

Особенно много внимания сейчас уделяется изучению реакций в органических и смешанных водноорганических средах, комплексообразованию с органическими реагентами, сорбции на различных твердых фазах или экстракции органическими растворителями. Развиваются идеи об образовании разноядерных или разнолигандных комплексных соединений, о механизмах внутрисферных замещений и о получении различных констант. Зарождается новая область - прогнозов в строении органических реагентов с помощью квантовой химии, с целью поиска наиболее ценных направлений синтеза новых аналитических реагентов и их производных.

Если раньше в курсах аналитической химии был формальный подход к реакциям, то теперь отводится большая часть растворителю, сольватации ионов, молекул. Используются и развиваются теории механизма переноса электронов (простой, лигандный, туннельный) в окислительно-восстановительных процессах. Изучаются промежуточные степени окисления элементов, их стабилизация в растворе, образование свободных радикалов и т.д. Много интересных теоретических вопросов возникает в электрохимических методах (ионоселективные, мембранные или твердые электроды из углерода, кулонометрия и т.д.). Образно говоря, мы наряду с другими химиками и физиками стремимся проникнуть в скрытые в "черных ящиках" различные химические и физические процессы.

Много интересных закономерностей и идей мы имеем в познании плазменной среды. Термины "плазмоаналитическая химия или физика" становятся повседневными. В плазме, как и в растворах, имеются равновесные и неравновесные системы в разных координатах пространства. Это отмечено в статье Ю.А. Карпова и И.М. Ориент о роли химии в аналитическом контроле [21].

Я особенно хочу подчеркнуть большую роль плазмоаналитических методов, потому что они большей частью не требуют перевода вещества в раствор, а это не только резко сокращает продолжительность анализа, но и снижает величину холостого опыта. Приборы легко стыкуются, с мини-ЭВМ, дисплеями и обладают возможностью определять ультрамалые количества веществ и накапливать сигналы. Конечно, можно было бы много сказать и о развитии теорий рентгеновского спектрального анализа, ЯМР, ЭПР и т.д. и использовании их в изучении химического состава веществ. Однако это уже специальная тема.

Надо только различать в науке "аналитическая химия" развитие двух взаимосвязанных направлений. Это теоретические химические или физические проблемы анализа веществ и практическое определение состава, иначе говоря, служба аналитического контроля химического состава, которая ведется в громадном числе лабораторий по разработанным стандартным методам на основе достижений химии, физики, математики и кибернетики [22].

Мы должны со всей очевидностью признать, что полуэмпирическая аналитическая химия первой половины нашего века уходит и наступает новая эра научной аналитической химии, теоретически обоснованной атомно-молекулярным учением с использованием достижений физики, математики и кибернетики. Особенно это касается учебников по аналитической химии.

Самостоятельная ли наука «Аналитическая химия»?

Такой вопрос в последнее время возникает, и высказывается мнение о том, что аналитическая химия - междисциплинарная наука, так как она использует достижения многих наук и при этом решает вопросы определения состава веществ во многих областях науки, техники, народного хозяйства и т.д. Спрашивается, хорошо это или плохо? Ответ может быть только один - очень хорошо.

Человек, обладающий глобальным мышлением, пониманием естествознания, его исторического развития, правильным представлением о взаимосвязи и взаимном оплодотворении наук, никогда не будет отстаивать главенствующую роль, т.е. прерогативу, какой-либо науки, иначе нельзя признать самостоятельными науками геохимию, биохимию и другие только потому, что они используют многие другие науки в нужной для них степени.

Конечно, есть всеобщие законы природы и наук, на основе которых развиваются естествознание и наше представление об окружающем мире. Это относится как к материи, энергии, так и к прочим явлениям в природе. Приведу несколько примеров: 1) теория относительности А. Эйнштейна; 2) Периодический закон и система химических элементов Д.И. Менделеева; 3) теории строения макро- и микромира атомов химических элементов, нуклонов-андронов, лептонов, реликтовых частиц и античастиц; 4) квантовая теория в химии и физике, двойственность материи и энергии; 5) законы термодинамики и кинетики; 6) законы биологии; 7) законы ноосферы (разума, по В.И. Вернадскому).

Периодический закон химических элементов открывает нам картину мироздания, синтеза химических элементов в звездах. Он охватывает физику, химию и космогонию как целое. Не случайно, что гениальный ученый Д.И. Менделеев в книге "Основы химии" [23] на первое место ставит аналитическую химию как познавательную науку. После открытия Э. Резерфордом строения атома и создания Н. Бором квантовой теории атома произошло слияние физики с химией и возникло понимание материи, ее свойств и строения.

Конечно, мы не можем не считаться с накопленными знаниями и опытом крупных ученых - М.В. Ломоносова, Я. Берцелиуса и др., предложивших много ценных методов анализа. Однако первый громадный скачок в развитии теории аналитической химии был связан с открытием и становлением Периодического закона Д.И. Менделеева. Он послужил открытию ранее неизвестных элементов: Sc, Ga, Ge, а также Fr, Pm, Tc, At и актинидов, - и мы пользуемся им до сих пор как основой. Уже в 1894 г. В. Оствальд [24] издал первую в истории книгу "Научные основы аналитической химии в элементарном изложении". В этой книге - учебнике он впервые с теоретических физико-химических позиций рассматривает

аналитические процессы: осаждение, образование комплексных соединений, промежуточных малоустойчивых соединений, скорость реакций, влияние температуры и др. Стремительное осмысливание аналитических процессов продолжается и в наше время, хотя, к сожалению, наблюдается большой разрыв между материалом, излагаемым в учебниках, и тем, что печатается в научных журналах, и сближение идет весьма медленно.

Надо откровенно сказать, что почти во всех современных учебниках для университетов теоретические основы химического анализа во многом не соответствуют современным представлениям неорганической, координационной и физической химии. Многие химические реакции, протекающие в растворах, например протолиз, комплексообразование, окисление и восстановление и т.д., как правило, описаны неверно и мало чем отличаются от тех, что напечатаны в учебниках 50-летней давности. В физико-химических и особенно физических методах уделено главное внимание принципам методов и мало затрагиваются механизмы химических процессов. В спектральных методах совсем не рассматривается химия плазмы и т.д.

Никак нельзя согласиться со словами К. Данцера, Э. Тана и Д. Мольха [19], что "аналитика, еще несколько десятилетий назад бывшая исключительно аналитической химией, занятия которой рассматривались в качестве профессионального признака химика, в последнее время бурно развивалась и превратилась в самостоятельную научную дисциплину". Следовательно, по воле автора только в 40-50-е годы аналитическая химия стала самостоятельной наукой. Это означает отрицание всей истории ее развития, что должен был бы отметить в предисловии редактор книги Ю.А. Клячко.

Можно привести много примеров, когда в определении химического состава используют общие законы и теории физики. Приведу только один пример - применение теории относительности в мёссбауэровской спектроскопии, в которой сочетаются гамма-излучение, пространство и время, а также эффект Доплера [25], используемый в весьма селективном методе ЯГР [26], где гамма-излучатель - олово (^{119m}Sn , $T_{1/2} = 245$ дней), передвигающийся в пространстве с определенной скоростью в направлении исследуемого образца, содержащего олово, дает резонансный сигнал, по которому судят о содержании и количестве олова. Иначе говоря, "подобное откликается только на подобное". Метод с успехом применяется в геологических поисковых работах.

Много правильных и интересных представлений и понятий об аналитической химии дает У.Ф. Пиккеринг в учебнике "Современная аналитическая химия" [27]. Он справедливо пишет: "Химия – экспериментальная наука, но почему аналитическая химия должна быть такой ее областью, которая целиком ориентирована на технику эксперимента?" - и далее говорит о том, что методы анализа создаются в процессе чисто исследовательской работы. Еще раз скажу, что аналитическая химия, как и любая другая наука, пользуется всем арсеналом достижений человеческого ума.

Прогресс в аналитической химии вовсе не означает отторжения накопленного опыта или своеобразного возврата к искусству выполнять анализ, т.е. к работе оператора,

нажимающего кнопки прибора - робота-анализатора. Конечно, скорость и экономичность анализа однотипных по составу образцов на полиэлементном квантомере будет приобретать все большее значение в контроле обогатительных, химико-технологических, металлургических процессов, и роль специальности инженера-аналитика будет несомненно возрастать. Но для решения нестандартных и неоднотипных задач исследования состава, химического строения, новых природных и искусственных веществ, материалов, их изменений под воздействием химических факторов, для анализа стандартных и эталонных образцов или изучения уникальных природных, синтетических образцов весьма малой массы, объема, концентраций, а также для оценки результатов анализа с помощью ЭВМ и выдачи рекомендаций потребуются специалисты по аналитической химии, обладающие очень высокой квалификацией, эрудицией, знанием физики, математического программирования и использования ЭВМ.

Почему физические и химические методы в своей сущности едины?

Прежде всего условимся, что и химические и физические методы анализа имеют дело с атомами химических элементов Периодической системы Д.И. Менделеева со всеми вытекающими отсюда следствиями, т.е. и те и другие методы занимаются атомным ядром, его массой, магнитным моментом, спином, затем строением и свойствами электронных оболочек, спинами электронов, электроотрицательностью, валентностью атомов, типами связей между ними, а также молекулами. Только за очень редким исключением химия занимается частицами: лептонами (электроны, мюоны, нейтрино и антинейтрино) и андронами (протоны, нейтроны, мезоны и кварки) [28].

В недавнее время "чисто химические" методы рассматривались с формальных позиций - атом и его ионы. Теперь, разрабатывая методы анализа, мы интересуемся вращением ядер и электронов и влиянием магнитного поля, спинами электронов, химическим и другими видами связей, механизмом и кинетикой аналитических реакций, взаимодействием с растворителем, сольватацией, механизмом переноса электронов в реакциях окисления и восстановления или ролью π -электронов в комплексных соединениях и т.д.

Иначе говоря, химик проникает в область атомной и молекулярной физики не переставая быть химиком. Он должен уметь смотреть "глазами" физика, а физик "глазами" химика. Поэтому вполне обоснованно деление на аналитическую химию и химический анализ, как прикладной ее раздел, о чем сказано ранее.

А теперь рассмотрим, почему "чисто физические" методы, например эмиссионный, рентгенофлуоресцентный или масс-спектральный анализ, можно отнести как к физическим, так и к химическим. Фундаментом этих методов является Периодическая система элементов Д.И. Менделеева, что означает использование свойств и строения атомов, ионов и молекул. В эмиссионном спектральном анализе используют внешние электроны атомов и их способность к ионизации. В рентгеноспектральном анализе измеряют излучение, связанное

с переходом электронов, расположенных на более близких к ядру уровнях. Но и в химических методах используют свойства не только внешних валентных электронов, но и электронов более глубоких слоев, например 4-, 5-уровней в лантанидах или актинидах.

Ведь открытие принципа исключения Паули непосредственно связано с периодическим законом. Открытие в 1913 г. Мозли закона рентгеновских спектров атомов и их связи со строением электронных орбит привело к замечательным методам рентгеноспектрального анализа, которые используют как химики, так и физики, умеющие одинаково смотреть во внутреннюю сферу атома. В этом нет никакого парадокса, о котором пишет Ю.А. Клячко в предисловии к переводу учебника "Аналитикум" (руководство по аналитической химии) [29].

Точно так же строение атома привело к созданию оже-спектроскопии, которая стала достоянием как физиков, так и химиков-аналитиков, особенно в изучении состава поверхности твердых тел. То же можно сказать и о фотоэлектронной спектроскопии, развитой группой шведских физиков. Они назвали метод электронной спектроскопией для химического анализа (ЭСХА) [30].

В процессе масс-спектрального анализа неорганических или органических веществ образуются заряженные частицы. Во всех случаях имеет место взаимное влияние атомов, молекул и ионов. Если метод связан с использованием плазмы, возникает много химических или физико-химических процессов: ионизация, диспропорционирование, релаксация, образование труднолетучих и труднораспадающихся на ионы соединений (карбидов, силицидов, нитридов). Физика так или иначе приходится внедряться в область химии, изучать равновесие в плазме [31-33]. В низкотемпературной газоразрядной плазме, содержащей органические вещества, возможно образование как положительно, так и отрицательно заряженных ионов, а также молекул или радикалов. И в лазерной спектроскопии приходится иметь дело с плазмой [34].

Чисто физический метод, основанный на ядерной реакции - нейтронно-активационный анализ, не всегда сразу позволяет по гамма-спектру облученного нейтронами вещества определить качественный и количественный элементный состав образца. Довольно часто требуется предварительная или последующая химическая обработка образца, а также отделение основных радиоактивных элементов от определяемых элементов-примесей.

Наконец, следует добавить, что аналитику-физику обязательно приходится вникать в методы отделения матрицы или концентрирования следов элементов, и такой симбиоз приносит свои плоды в продвижении вперед средств познания состава веществ. То, что "...физику плохо жить в одном доме с химиком", надумано, или физик случайно попал в "химическую атмосферу". Конечно, если физик работает в области электромагнитного спектра, гравитации, звука, магнетизма, оптики или электричества, то он не будет разрабатывать методы анализа химического состава веществ.

Название науки и ее сущность

При определении названия любой науки, в том числе и аналитической химии, прежде всего ставится вопрос, что мы хотим узнать или какова цель? В нашем случае цель - узнать, из чего состоит данное вещество, т.е. из каких атомов, молекул. Затем решается вопрос, какими средствами или методами можно достичь этой цели? Иначе говоря, решаются вопросы "что и как?".

Цель определения химического состава в основном остается постоянной, и только она определяет название науки. Средства или методы изучения состава могут быть различны, и они непрерывно совершенствуются, изменяются и даже соревнуются по разным параметрам, например, по чувствительности, точности, скорости, простоте, экономичности, безопасности. Способ достижения цели - второй вопрос.

Сущность науки - цель и средства взаимосвязаны и едины для физики, химии, биологии и других наук. Если же аналитическую химию определять как "науку о принципах и методах анализа", как это предлагают Ю.А. Золотов [6], Ю.А. Клячко [35] и другие авторы, что совершенно неверно, то в таком случае название других наук - "неорганическая, органическая химия" должно определяться не синтезом и изучением веществ, а принципами и методами исследования. Тогда и древняя наука астрономия определяется не целью изучения космоса (туманностей, звезд, планет, элементов и их соединений), а методами его изучения (оптическими, радиоволновыми, нейтринными телескопами, космическими аппаратами), что, конечно, неверно. С таким определением науки никак нельзя согласиться.

Видный американский философ и методолог науки профессор Питтсбургского университета Н. Решер [36] в статье "Метасистематика познания: морфология систем знания" пишет: "Систематизация научных дисциплин не в онтологических предпосылках или принципах (методологических, семантических), обеспечивающих по мнению традиционной философии единство науки, а в установлении источников происходящего в истории наук, усложнения морфологии систем научного знания". Автор выделяет два типа классификации: 1) естественный, в котором порядок определяется объективными свойствами исследуемых объектов; 2) искусственный, где решающую роль играют практические соображения (педагогические, методологические, утилитарные и др.). Первый тип, считает автор, в большей степени выражает фактическое содержание познания. Что же касается вопроса единства науки, то дело не в старом идеале философии "существования" единой науки, "...опасность заключается в потере не единства, а ее простоты".

Большинство ученых приходит к выводу, что большие сдвиги в науке и техническом прогрессе происходят, когда образуются сообщества взаимопонимающих ученых, мышление которых направлено на решение определенной проблемы и с единой целью, без изменения названий участвующих дисциплин.

Говоря о названии науки, ее содержании, мы должны помнить, что в ее задачу входит не только изучение методов, но и выполнение чисто теоретических исследований, связанных с выявлением закономерностей протекания реакций в разных условиях; изучение

равновесных и неравновесных систем в растворах, плазме и т.д.

Все это имеет общее, а не только узко специальное значение для какого-либо метода. Принцип метода является результатом теоретических, химических и физических исследований. Хотя арсенал методов и приборов непрерывно растет, этот процесс не может продолжаться сколь угодно долго; наступит в будущем максимум, и их число с ростом универсальных, автоматических анализаторов будет уменьшаться до разумного минимума, ибо будут созданы рациональные системы.

Уже теперь на заводах многоэлементные анализаторы - квантометры вытесняют разнообразные приборы. Проблемы будут главным образом в конструкторских решениях, сочетающих автоматы-анализаторы с электронными устройствами. При этом цель анализа остается неизменной.

В монографиях, учебниках и статьях предлагаются разные названия: "компонентная аналитика", "структурная аналитика", "динамическая аналитика", "локально-распределительная аналитика", "аналитика измерения сигнала" [19], "химическая метрология" и др. В статьях и учебниках в определении предмета и задач аналитической химии применяются термины: "отыскивать пути подхода к анализу", "формулировать его теоретические основы", "главным образом обосновывать, приспособливать, оценивать сферу применения" и др. Спрашивается, а где же слова о теории?

Говоря о сущности и названии науки, К. Данцер, Э. Тан и Д. Мольх [19] определяют аналитическую химию как науку, которая "...занимается получением информации о вещественных системах, а именно о природе и числе составных частей, включая сведения об их пространственном строении и локальном распределении и изменении во времени, а также разработкой необходимых для этой цели методик". И далее они аналитическую химию, как информационную систему, представляют в виде математической функции переменных.

И.В. Пятницкий в докладе "Преподавание аналитической химии в университетах", прочитанном на 18-й секции XII менделеевского съезда по общей и прикладной химии (г. Баку, 1981 г.), правильно рассмотрел ряд вопросов о названии, предмете и содержании аналитической химии как науки. Он совершенно прав, утверждая, что, несмотря на большое число советских и зарубежных учебных руководств, они ни в какой степени не удовлетворяют современным требованиям теоретического познания науки. Учебные пособия к лабораторным практикумам должны издаваться отдельно и соответствовать оснащенности приборами.

Все эти термины в частности верны, но не пригодны для определения науки в целом. Обычно они акцентируют практическую значимость, и в них не приводится ни одной формулировки, в которой говорилось бы: "вести теоретические исследования", "поиск новых закономерностей", или отмечались задачи физико-химических процессов в растворах и плазме.

В формулировках предмета и содержания науки "аналитическая химия" должны присутствовать прежде всего три положения: 1) теоретические исследования; 2) создание

новых принципов и совершенствование методов анализа; 3) практическое применение методов для определения, идентификации и установления химического строения веществ и материалов с метрологической оценкой получаемых результатов.

Все три положения взаимосвязаны. Например, результат теоретического исследования порождает новый метод анализа и улучшает метрологические характеристики; с другой стороны, новые объекты, новые кондиции заставляют проводить теоретические исследования и создавать более совершенные методы анализа.

Ю.А. Золотов [37] пишет в своей статье: <<... под общей вывеской "аналитическая химия" аналитики-физики чувствуют себя не лучшим образом. ...Почему чистокровный физик-аналитик должен относиться к одной из химических дисциплин?>> С этим согласиться нельзя, тем более что в другом месте автор отмечает, что иногда проявляется стремление отделить физические и биологические методы анализа от аналитической химии, что, конечно, недопустимо. Вот с такой точкой зрения следует согласиться. Одним словом, многое зависит от широты знаний руководителя.

Можно задать вопрос: зачем физику знать химию? На этот вопрос ответ прост. Если хочешь получить правильный результат анализа вещества, надо знать его свойства, как химические, так и физические, иметь представление о химических превращениях. "Чистокровный физик" никогда не даст правильный результат и не сможет интерпретировать результат 'своих исследований'.

Все дискуссии по поводу сходства и различия химических и физических методов основаны на ортодоксальном понимании этих двух наук и нежелании рассматривать их с единых современных позиций о строении материи и ее свойствах. Достаточно привести только один пример - химическую реакцию с выделением световой энергии, которую измеряют и по которой определяют концентрацию вещества. Спрашивается, будет ли фотохимическая реакция чисто химической или физической? Несомненно и то, и другое. Всем хорошо известно: в науках нет четких границ.

Еще раз надо подчеркнуть, что мы должны свыкнуться с мыслью о том, что все методы изучения состава и химического строения, как химические, так и физические, не только основаны на взаимодействии атомов, ионов, молекул, но и связаны с их электронным строением, колебательными, вращательными движениями, магнетизмом, наличием разного рода связей (ионной, ковалентной), и претворять эту мысль в жизнь.

Все частицы также взаимодействуют с электромагнитным полем.

Не только физики, но и химики-аналитики должны своим мышлением внедряться в мир физики.

Определение специальности. Аналитическая химия - наука, развивающая теоретические основы анализа химического состава вещества и разрабатывающая методы идентификации, обнаружения, определения и разделения химических элементов, их соединений, а также химического строения. Под химическим составом понимается изотопный, элементный, структурно-групповой, молекулярный и фазовый с различным

временем существования. Эта наука определяет сферу применимости методов, их метрологические и другие характеристики, разрабатывает способы анализа объектов разной природы и происхождения, оставаясь в основном в рамках химии. Аналитическая химия использует достижения физики, математики, биологии, кибернетики, техники и других областей знания.

Внутренняя классификация. Аналитическая химия, как и другие науки, подразделяется по теоретическим вопросам, методам, объектам и т.д. [6]. Исторически классификация способов изучения состава ведется по методам - химические и физические, позже появилось название- физико-химические и биохимические. Каждая группа и подразделение имеют самостоятельное теоретическое и экспериментальное развитие. Иногда методы объединяют одним термином "инструментальные методы". Однако вводить его в строго научную классификацию не следует, так как все химические методы в той или иной степени связаны с применением прибора, например весов, микроскопа. Неинструментальными могут быть способы идентификации веществ органами чувств (запах, вкус, цвет, звук).

Аналитическая химия со времени ее рождения делилась на методы качественного определения состава и количественного определения элементов или их соединений. Затем стали применять термин "идентификация" (или отождествление) вещества и, наконец, термины "вещественный и фазовый анализ". Однако выясилось, что как в теоретических аналитических исследованиях, так и при интерпретации данных анализа необходимо знать химическое строение ионов, молекул (изучение атом-но-молекулярной структуры, например, кристаллов, уже больше относится к физике).

К сожалению, в некоторых вузах содержание теоретического и практического курса аналитической химии зависит от специальности лидера - заведующего кафедрой, широты его взглядов и личных интересов. Поэтому есть примеры, когда электрохимические или спектральные методы анализа передаются на кафедры электрохимии или физики. Продолжается выпуск учебников под названием "Технический анализ" [38], что не соответствует современному представлению о методах анализа и требованиям к ним. Высказывания специалистов с ограниченным мировоззрением о том, что аналитическая химия - чисто прикладная наука, нельзя признать правильными. Ортодоксальное представление и дискуссии об использовании в аналитической химии "чужих" теорий и методов можно в равной мере отаесга и к другим областям знаний.

Кроме того, любая наука с марксистско-ленинских позиций должна в конечном итоге иметь цель, сегодня и в далеком будущем приносить пользу человечеству и вести борьбу против использования науки во вред человечеству. Следует отметить много интересных мыслей о названии, задачах, роли аналитической химии и ее будущем в статье Келькера [39].

Принятое деление аналитической химии на качественный и количественный анализ условно. Оно зависит от того, какую информацию хотят получить, когда речь идет об анализе объектов. Теоретические же основы того и другого разделов едины. Для

органических веществ уже сейчас создаются кибернетические квантовохимические системы расчета для анализа и идентификации состава сложных смесей.

В настоящее время качественный систематический анализ со сложной схемой разделения уже изжил себя. Используются только отдельные этапы группового выделения ионов осаждением, экстракцией и т.п. В качественном анализе прежде всего изучаются методы разделения ионов, селективные реакции с применением маскирования и демаскирования путем комплексообразования с последующей реакцией обнаружения катионов или анионов. В этом разделе используются органические реагенты, изучаются различные методы, например микрокристаллоскопический, капельный, хроматографический и даже качественный спектральный анализ на простом приборе. Иначе говоря, изучаются наряду с методами разделения быстрые селективные методы определения "главных", "второстепенных" и малых концентраций элементов.

Мы знаем много примеров, когда появление нового метода анализа вызывает скороспелые утверждения о его неограниченных возможностях. Так было вначале с полярографическим методом, потом с нейтронно-активационным анализом в сочетании с гамма-спектроскопией. Затем надежды появились в отношении атомной абсорбции или рентгенофлуоресцентного, синхротронного анализа и т.д. Опыт учит нас, что каждый метод имеет свои недостатки и границы применения, и только сочетание или дублирование разных методов дает правильный ответ о действительном составе веществ.

Наконец, немного надо сказать об изучении химического строения, как разделе аналитической химии. Качественный и количественный анализ не всегда дает информацию о природе вещества. Например, мочевины $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ и цианат аммония NH_4OCN имеют одинаковый элементный и количественный состав, но разное химическое строение и свойства. Конформационный и химический анализ углеводов позволяет различать α - и β -глюкозу, образующую с борной кислотой комплексную кислоту, α -D-глюкоза, т.е. аномер, не реагирует с борной кислотой. Для количественного определения α -кислоты можно воспользоваться чисто классическим, титриметрическим методом или физическим - ЯМР-спектроскопией, дающим возможность определять состояние таутомерного равновесия α и β -форм.

Геометрическая конфигурация органического соединения, не совместимая зеркально с другой, т.е. хиральность молекулы, и вообще асимметричность молекул аналитических реагентов, их реакции с ионами металлов привлекают внимание точно так же, как и структура макроциклических комплексов, краун-эфиров, криптанов с металлами разных групп периодической системы.

Наконец, химическое строение как неорганических, так и органических веществ интересует химико-аналитиков при изучении комплексных соединений, при синтезе новых органических реагентов или их производных. При использовании квантовой химии, теорий строения и связей атомов в молекулах создаются методы и программы по расшифровке и идентификации химических соединений и их изомеров, определению фрагментов некоторых

свойств, как, например, спектров поглощения, с помощью больших банков данных и современных ЭВМ. Улучшены методы предсказания масс-спектров молекулярных структур непосредственно или в сочетании с газовой хроматографией; разложения спектральных кривых с целью увеличения разрешающей способности при анализе сложных смесей. Развиваются основные принципы распознавания образов, позволяющие наглядно классифицировать объекты сложной природы. Многие из сказанного пока носят полуколичественный характер. Ясно только одно, что все эти проблемы требуют знания химии [40—44].

Единство анализа и синтеза

Химический анализ и химический синтез в аналитической химии взаимно связаны и являют собой пример единства противоположностей. Во многих случаях вопрос состоит в том, с каких позиций рассматривать синтез и анализ. Например, при добавлении к иону бария сульфат-иона выпадает осадок сульфата бария. Мы говорим - это аналитическая реакция обнаружения бария. Если той же реакцией получают тонну сульфата бария для медицинских целей, то это уже будет реакция синтеза.

Приведу другие примеры, наиболее ярко показывающие единство химического анализа и синтеза: обнаружение нитрит-иона реакцией Грисса, в которой синтезируется интенсивно окрашенное азосоединение, или синтез диметилглиоксима взаимодействием диацетила с гидроксил-ами-ном в гомогенной реакции образования диметилглиоксимата никеля.

Следовательно, химико-аналитическая реакция обнаружения иона взаимодействием с реагентом одновременно является реакцией синтеза. То же самое имеет место и в органической химии: когда хотят доказать наличие в веществе функциональной группы или ее расположение, то прибегают к синтезу производных и изучают их свойства. С другой стороны, химический синтез - самостоятельное направление, он имеет целью получение или поиск новых веществ в разных количествах. Синтез является частью науки химической технологии.

Аналитическая химия или «Аналитика»

За последние десятилетия во всех науках в небывалых масштабах стали использовать достижения математики, физики и кибернетики с одновременным конструированием сложных прецизионных приборов.

Действительно, захватывает дух и воображение натиск физико-химических и физических методов в исследовании состава материи на земле и в космосе. В связи с этим появилось разное толкование существа наук или новых, всеобъемлющих, непонятных названий, что не является надежным путем к взаимопониманию ученых, и в частности химиков и физиков, занимающихся изучением состава веществ.

Коллектив немецких авторов, написавших учебник "Аналитикум" [29], во введении пишет: «Сущность аналитической химии можно понять, основываясь на общем

философском понятии "анализ". В соответствии с ним совокупное целое - мысленно или экспериментально - разлагается на свои составные части, т.е. явления объективной реальности разлагаются на свои элементы (в философском смысле) и взаимоотношения между ними. Сущность первоначального целого познают путем воссоздания его воображаемым синтезом, начинающимся вслед за анализом; этот философский подход одинаково справедлив для всех исследующих наук. Он справедлив также и для всех задач, решаемых аналитической химией. ...Исследовать такие системы, в которые в качестве элементов входят атомы, ионы, молекулы, включая макромолекулы. Химическая система полностью описывается видом и количеством элементов, а также структурой». Далее в русском переводе применяется только термин "аналитическая химия".

В другом учебнике К. Данцер, Э. Тан и Д. Мольх [19], по словам редактора перевода Ю.А. Клячко, "сделали легальным это название ("аналитика"), уже бывшее в обиходе, но разработали схему обобщения и структуру современной аналитической химии. С таким утверждением согласиться, конечно, нельзя.

В ГДР была также издана книга "Органикум", и большинство крупных ученых, работающих в области органической химии, с таким переименованием классической науки не согласны. Вышли также книги М. Гоффма-на [45] "Полимерная аналитика" и К. Дёрфеля, К. Экшлагера "Оптимальная стратегия в аналитике" [46]. Есть и другие примеры [47]. В ФРГ в 1980 г. состоялась конференция по биохимическому анализу с рекламным названием "Аналитика-80", а одна фирма аналитических приборов выпустила проспект аббревиатурного характера "Антехника". Несомненно, такие модные названия не имеют ничего общего со строгой научной терминологией и со временем исчезнут.

Можно услышать, что если есть термин "математика", то почему же непригодны термины "аналитика" и "органика"? Такое сопоставление по созвучию окончаний слов не имеет ни научного, ни философского основания. Кроме того, в иерархии наук математика и химия являются основными и фундаментальными, а аналитическая геометрия или аналитическая химия - одним из их разделов. В настоящей дискуссии, пожалуй, не лишне напомнить, что термины "аналитика, анализ, синтез, элемент" являются философскими и рассматривают вопросы мышления и логики, что отмечают и авторы вышеупомянутого учебника "Аналитикум". Аристотель в своем двухтомнике "Органон" назвал сочинения по логике термином "аналитика" или логический трактат по разложению логического мышления на простейшие элементы с целью перехода к более сложным формам мышления [48]. Немецкий философ - идеалист И. Кант назвал "аналитикой" разложение человеческой познавательной способности. Известный математик Л. Эйлер (1707-1783 гг.) назвал "аналитикой" часть алгебры.

Спрашивается, почему название науки "аналитическая химия", основывающейся на свойствах химических элементов, стало непригодным, зачем понадобилась объединяющая крыша [37], которая только формально объединяет ученых разных специальностей? На этот вопрос дается такой ответ [37]: "физиков-аналитиков чуть-чуть смущает знамя, под которым

они объединяются". Надо искать научный, основной фундамент, объединяющий две науки - физику и химию - в изучении состава веществ, которым является строение атомов, химических элементов и их соединений, а не вести рассуждения, что их разделяет. Ведь всем известно, что науки взаимно проникают и оплодотворяют друг друга. Все эти утверждения связаны не с сущностью и характером научной дисциплины и ее названием, а с тем, что некоторые физики сами хотят обособиться и не всегда проявляют желание расширять свои знания в области химии. Кстати сказать, этому не способствуют и учебные планы вузов.

Физик, занимающийся изучением химического состава, должен знать основы химии, химические реакции в растворах, плазме, ему приходится самому использовать методы концентрирования или разделения элементов и их соединений. С другой стороны, Ю.А. Золотов [37] справедливо пишет: "Некоторые химики-аналитики классической формации не успели заметить коренных изменений в науке о методах определения химического состава". К этому можно добавить, что они недостаточно стремятся изучать вопросы физики, относящиеся к определению химического состава веществ. Известно много примеров, когда физики по образованию с большим успехом, увлеченностью и без "чувства неуютности" работают в аналитических отделах институтов или ЦЗЛ и находят взаимопонимание с химиками. Несомненно, многое зависит от ученого-лидера, заведующего аналитическим отделом или лабораторией, его эрудиции, глобальности его научного мышления.

Наконец, наблюдается и другая особенность развития науки в наше время. Это - тенденция к узкой специализации, особенно у молодого поколения. В аналитической химии, например, формируются специалисты по комплексным соединениям и органическим реагентам в сочетании со спектрофотометрическими и люминесцентными методами или специалисты по электрохимии, хроматографии, спектральным методам и т.п. В этих случаях также происходит локализация знаний, и никакая "крыша-название" не поможет, если не будет, как уже сказано, развиваться взаимопонимание и стремление к изучению смежных областей наук, и только при этих условиях успешно могут развиваться теоретические и прикладные вопросы наук.

В одной из статей Ю.А. Золотов [37] справедливо пишет, что "...химики-аналитики и физики-аналитики - члены одного братства - братства аналитиков, - и далее - ...не метод должен разъединять эти группы, а общая задача и общая методология должны объединять их". Это верно, так как мы имеем дело с единой наукой. Суть заключается в том, чтобы химики-аналитики глубже изучали и знали физику и физические явления, а физики, занимающиеся изучением состава веществ, также изучали и понимали современную химию и сущность химико-аналитических реакций. К сожалению, физики не хотят этого понять. Примером может служить то, что уже много лет химия исключена из учебных планов на физическом факультете МГУ.

Наука "аналитическая химия" будет продвигаться вперед нашим молодым поколением. Надо, чтобы оно знало ее прошлое, настоящее и представляло себе ее будущее.

Академик А.Б. Мигдал [49] недавно писал: "К счастью, в науке есть свойство самоочищения от временных, модных, а иногда и лженаучных наслоений, обеспечивающее ее устойчивость и правильный путь продвижения вперед".

Роль аналитической химии в развитии научно-технического прогресса

Связи аналитической химии с другими науками рассмотрены в статьях Ю.А. Золотова [50, 51] и в других работах [3]. Теория и методы аналитической химии дали возможность решать проблемы определения следов элементов в сверхчистых веществах для атомной, радиоэлектронной, оптической техники, изучения химического состава планет Солнечной системы и Луны, успешно развиваются исследования загрязненности окружающей среды на земле. Немалую роль играет аналитическая химия и в развитии биологических, биохимических и медицинских проблем. Значительно изменился аналитический контроль технологических процессов и качества продукции неорганического и органического характера. Широко применяются автоматические приборы, использующие все последние достижения кибернетики и особенно ЭВМ [52]. Все больше используется сочетание чисто химических методов с физическими.

Известный американский химик-аналитик В. Мейнке [53], бывший руководитель аналитической службы бюро стандартов в Вашингтоне, опубликовал статью под названием "Аналитическая химия - затухающая дисциплина или нет? - Нет". В другом сборнике под его редакцией "Аналитическая химия: ключ к прогрессу национальных проблем" [54] также рассмотрены многочисленные проблемы, в которых активно участвует аналитическая химия.

Безусловно, число методов, использующих строение атомов, химических элементов, молекул, и их физические свойства будет возрастать. Вместе с тем совершенно правы Ю.А. Карпов и И.М. Ориент [21], которые пишут: "...у многих аналитиков сложилось впечатление о неограниченных возможностях физических методов и практически полном вытеснении химии из аналитического контроля". Это впечатление выразил американский аналитик Х.А. Либхафский [55] фразой "...нравится вам это или нет, но химия уходит из аналитической химии". Это совершенно неправильное представление.

Использование физических явлений и кибернетики еще ни в какой мере не свидетельствует об исключении химических процессов. Такая фраза может быть высказана и о любой другой химической дисциплине. Ученый с широким научным кругозором понимает, что во всех науках происходит эволюция. Само слово "наука" говорит не о чем-то регрессирующем, а о прогрессе, в котором сочетается классическое с новым.

Ю.А. Карпов и И.М. Ориент [21] продолжают "Как и следовало ожидать, такое крайнее мнение оказалось ошибочным: химия нашла новое, не менее важное, чем раньше, место в аналитической химии и плодотворно сосуществует с физикой, математикой, электроникой и другими современными методами". Классические методы гравиметрии, титриметрии еще долго будут арбитражными при определении главных компонентов и установлении состава стандартных образцов минерального сырья, продуктов

металлургической и химической промышленности, в частности, при определении элементов, их ионов в разной степени окисления или кислородсодержащих анионов неметаллов, которые не всегда просто определить физическими методами и т.п. Классические химические методы в обозримом будущем пока сохранят свою ценность. Одновременно нельзя не считаться и с тем, что в современной аналитической химии с ее многообразными задачами и приборами возможно решение сложных проблем определения состава многочисленных веществ путем разработки универсальных систем и унификации методов анализа с использованием автоматике, кибернетики и самопроверки правильности работы всей системы. Конечно, прежде всего такой анализ с получением информации о качественном или количественном атомно-молекулярном функциональном составе и химическом строении применим к органическим соединениям при наличии первоклассной ЭВМ и достаточно большого банка данных с общими аналитическими параметрами, характеризующими атомно-молекулярный состав, тип связей, функциональные группы, стехиометрию и разные показатели физических свойств отдельных индивидуальных компонентов. По этому вопросу имеется статья Л.А. Грибова, Ю.А. Золотова, В.И. Калмановского, Л.Л. Кунина, Ю.М. Лужкова, А.А. Попова и В.С. Торопцова "Универсальная система химического анализа" [56].

Рассматривая будущее аналитической химии, можно с большой уверенностью сказать, что использование химии во всех ее видах будет сохраняться, но в наступающую эру компьютеров автоматизированный анализ и создание аналитических центров будут быстрыми темпами нарастать. Надо со всей очевидностью признать, что З. Полтер [57] в интересной книге "Химия на пути в третье тысячелетие" совершенно прав, говоря, что открывающаяся перспектива ведет к большему числу электронных приборов и меньшему числу лаборантов.

Об обучении аналитической химии в вузах

Без людей, знающих и понимающих роль аналитической химии во многих областях науки, техники и народного хозяйства, не может идти их успешное развитие. К сожалению, ряд ученых, руководящих работников считают аналитическую химию второстепенной, междисциплинарной наукой и исключают или значительно сокращают число часов на изучение этой дисциплины в вузах и на факультетах физики, геологии, биологии, металлургии и др. Известны случаи включения качественного анализа в курс общей химии или включения курса аналитической химии во второе полугодие обучения параллельно с неорганической химией, а также переноса курса на последние годы обучения. Мотивируют это тем, что студент должен знать все разделы химии, прежде чем изучать методы анализа. Такой подход неправилен, ибо во всех химических дисциплинах студент должен владеть теорией и практическими навыками анализа, уметь контролировать химические и физико-химические процессы. Непонимание роли аналитической химии во всех областях науки и народного хозяйства, значения ее в развитии и решении крупных проблем со временем

может стать "бумерангом". Печальным примером было непонимание роли генетики и кибернетики.

Наука может плодотворно развиваться и содействовать научно-техническому прогрессу, когда есть рост кадров, талантливых специалистов среднего и особенно высшего уровня - докторов химических наук, лидеров в аналитической химии.

Литература

1. *Бернал Дж.* Наука в истории общества. М.: Изд-во иностр. лит., 1956.
2. *Кедров Б.М.* Энгельс о развитии химии. 2-е изд. М.: Наука. С. 496.
3. *Алимарин И.П.* // Журн. аналит. химии. 1970. Т. 25, № 4. С. 599.
4. *Гинзбург В.Л.* // Природа, 1976. № 6. С. 73.
5. *Гинзбург В.Л.* // Будущее науки: Междунар. ежегодник. М.: Знание, 1981. Вып. 14. С. 315.
6. *Золотов Ю.А.* Очерки аналитической химии. М.: Химия, 1977.
7. *Золотов Ю.А.* // Журн. Всесоюз. хим. о-ва им. Д.И. Менделеева. 1980. Т. 25, № 6. С. 602.
8. *Золотов Ю.А.* // Современные проблемы аналитической химии: Новое в жизни, науке, технике. Сер. Химия. М.: Знание, 1980. № 4. С. 5.
9. *Золотов Ю.А.* // Журн. аналит. химии. 1977. Т. 32, № 10. С. 2085.
10. *Золотов Ю.А.* // Там же. 1976. Т. 31, № 9. С. 1777.
11. *Золотов Ю.А.* // Наука и жизнь. 1975. № 1. С. 36.
12. *Золотов Ю.А.* // Журн. аналит. химии. 1981. Т. 36, № 8. С. 1660.
13. *Zolotov Yu.A.* // Z. anal. Chem. 1980. Bd. 300. S. 14.
14. *Ориент И.М.* // Журн. аналит. химии. 1981. Т. 36, № 3. С. 578.
15. *Ориент И.М.* // Там же. 1977. Т. 32, № 3. С. 502.
16. *Ориент И.М.* // Завод, лаб. 1975. Т. 41, № 9. С. 1071.
17. *Философия и мировоззренческие проблемы современной науки: XVI Всемир. философ, конгресс.* М.: Наука, 1981.
18. *Программа — философские проблемы естествознаний.* М.: Педагогика, 1981.
19. *Данцер К., Тан Э., Мольх Д.* Аналитика: Системат. обзор. М.: Химия, 1981.
20. *Ляликов Ю.С., Клячко Ю.А.* Теоретические основы современного качественного анализа. М.: Химия, 1978.
21. *Карпов Ю.А., Ориент И.М.* // Завод. лаб. 1982. Т. 48, № 2. С. 7.
22. *Тацкий Ю.Г., Беляев Ю.И., Алимарин И.П.* // Журн. аналит. химии. 1976. Т. 31, № 3. С. 521.
23. *Менделеев Д.И.* // Основы химии. 6-е изд. СПб., 1895. С. VII. Предисловие.
24. *Оствальд В.* Научные основы аналитической химии в элементарном изложении. 7-е изд. М.: Гос. изд-во, 1925.
25. *Химические применения мессбауэровской спектроскопии / Под ред. В.И. Гольданского, Л.М. Крипсановского, В.В. Храпова.* М.: Мир, 1970.
26. *Ядернофизические методы анализа веществ // М.: Атомиздат, 1971. С. 428.*
27. *Пиккеринг У.Ф.* Современная аналитическая химия. М.: Химия, 1977.
28. *Ландсберг Л.Г.* // Природа. 1982. №3. С. 13.

29. Руководство по аналитической химии / Под ред. Ю.А. Клячко. М.: Мир, 1975.
30. Зигбан К., Нордлинг К., Фильман А. и др. Электронная спектроскопия. М.: Мир, 1971.
31. Плазмохимические реакции и процессы / Под ред. Л.С. Полак. М.: Наука, 1977.
32. Смирнов Б.М. Ионы и возбужденные атомы в плазме. М.: Атомиздат, 1974.
33. Greenfield S., McGeachin H., Smith P.B. // *Talanta*. 1976. Vol. 23, N 1. P. 1.
34. Видавский Л.М., Богородский М.М. // *Химия нашими глазами*. М.: Наука, 1981. С. 176.
35. Клячко Ю.А., Ларина О.Д. // *Журн. Всесоюз. хим. о-ва им. Д.И. Менделеева*. 1980. Т. 25, №6. С. 681.
36. Решер Н. // *РЖ. Общественные науки за рубежом. Науковедение. Сер. 8. Ин-т науч. информации по обществ. наукам*. 1982. № 1. С. 53.
37. Золотов Ю.А. // *Завод. лаб.* 1977. Т. 43, № 10. С. 1173.
38. Иванова З.И., Савостин А.П. *Технический анализ*. М.: Metallurgia, 1981.
39. Kelker H. // *Z. anal. Chem.* Bd. 280. S. 1.
40. Smit D.H., Gray N.A.B., Nourse J.G., Grandell C.B. // *Anal. chim. acta*. 1981. Vol. 133. P. 471.
41. Abe H., Yamasaki T., Fujiwara I., Sasaki S. // *Ibid.* 1981. Vol. 133. P. 499.
42. Shelley G.A., Munk H.E. // *Ibid.* 1981. Vol. 133. P. 507.
43. Kowalski B.R. // *Abstrs Pap. Pittsburgh Cent. Anal. Chem., Appl. Spectrosc.* N.Y.: Atlantic City, March 9-13, 1981; *РЖ Хим.* 1982. 9Г3.
44. Kryger L. // *Talanta*. 1981. Vol. 28. P. 871.
45. Hoffmann M. *Polymer Analytic*. Bd. I, II. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 1977.
46. Doerffel K., Eckschloger K. *Optimale Strategien in Oder Analytic*. Leipzig: Veb. Deutcher Verlag, 1981.
47. Werner G. // *Chem. Gesellschaft (DDR)*. 1980. Bd. 27. S. 225.
48. Григорян Г.О. / *Наука в СССР*. № 2. 1981. С. 93.
49. Мигдал А.Б. // *Наука и жизнь*. 1982. № 1. С. 60.
50. Золотов Ю.А. // *Химия и жизнь*. 1981. № 1. С. 72.
51. Золотов Ю.А. // *Журн. аналит. химии*. 1975. Т. 30, № 8. С. 1461.
52. Orr C.H., Norris J.A. *Computers in Analytical Chemistry*. N.Y.: Plenum press, 1970.
53. Meinke W.W. // *Anal. Chem.* 1970. Vol. 42. P. 26A.
54. *Analytical Chemistry: Key to Progress on National Problems, National Bureau Standarts* / Ed. W.W. Meinke, Y.K. Taylor. Spec. publ. N 351. Wash., 1972.
55. Liebhafski H.A. // *Anal. Chem.* 1962. Vol. 34, N 7. P. 23A.
56. Грибов Л.А., Золотов Ю.А., Калмановский В.И. и др. // *Журн. аналит. химии*. 1982. Т. 37, № 6. С. 1104.
57. Поллер З. *Химия на пути в третье тысячелетие*. М.: Мир, 1982.

Думать и работать по-новому *

В науке есть два пути - это поиск и практическое применение новых идей. Ученый (конечно, талантливый, творческий) не должен быть связан договором решить проблему к какому-то сроку. Мысль ученого не должна насилываться, она должна быть свободной от планов, тем, инструкций или проблем эффективности труда. Практика приходит позже открытия нового и часто осуществляется другим ученым или инженером, обладающими практической смекалкой.

Движение вперед должно идти так, как говорил и писал академик П.Л. Капица: "Теория - эксперимент - практика". Новые теории, идеи, то есть фундамент науки, возникают спонтанно. Для этого надо больше "думать в фокусе". Выдвигать гипотезы и отвергать их. Иначе говоря, думать непрерывно и вести внутреннюю борьбу и поиск. Спорить со своими учениками, вовлекая их в сферу своего мышления.

Объединение отдельных работников в группу более 10-20 человек плодотворно, когда решаются крупные междисциплинарные проблемы, например, мирное использование атомной энергии, физика и химия полупроводников, создание и использование лазеров, или менее обширные, например, поиск новых экстрагентов, новых реагентов, синтез и анализ феромонов и т.п.

Если кандидат наук, ставший старшим научным сотрудником или доцентом, сам не нашел своего пути в науке и не рождает новых идей, никакой руководитель более высокого ранга не сможет создать творческого работника. Он остается исполнителем чужим идей до конца своей жизни в науке.

Решение проблемы самоокупаемости научных исследований возможно только путем связи с соответствующей отраслью, заключением контракта (хозяйственного договора) с полным правом руководителя работ распоряжаться отпущенными денежными средствами: фондом зарплаты, штатом, оборудованием и материалами с небольшим отчислением в фонд факультета или института.

Я выношу на обсуждение коллектива кафедры следующие вопросы.

1. Как представляет коллектив развитие кафедры аналитической химии МГУ до 2000 г.? Пусть подумает каждый.
2. Что должно быть главным: педагогический процесс или наука, а если сочетание, то в какой пропорции?
3. Что определяет эффективность научного творчества?
4. Нужно ли объединение учебных и научных лабораторий?
5. Целесообразно ли объединять ученых и педагогов и по какому принципу?
6. Что должно быть главным при переизбрании и оценке сотрудника?

* Из выступлений на заседании кафедры аналитической химии химического факультета МГУ 18 мая 1988 г.

7. Какие принципы должны лежать при повышении в должности? Наша задача - развитие кафедры, ее школ, научной проблематики, педагогического процесса и стиля обучения студентов на кафедре, сочетание с практикой в научных институтах или ЦЗЛ. При этом надо помнить, что химический факультет МГУ готовит исследователей широкого профиля. Исходя из этого, я считаю, что внимание коллектива кафедры должно быть сосредоточено на следующих направлениях.

I. Развитие вопросов теории аналитической химии; без этого невозможны эффективные научное творчество и прогресс.

II. Развитие новых методов анализа, преимущественно экспрессных, непрерывных и автоматических с элементами роботизации (в частности, проточно-инжекционный анализ).

III. Развитие существующих методов: эмиссионной спектроскопии; лазерной спектроскопии; термолинзовой спектроскопии; спектрофото-метрии; люминесценции; фотоакустической спектроскопии; ионной хроматографии; высокоэффективной жидкостной хроматографии; электрохимических методов (преимущественно кулонометрии, полярографии, ионоселективных электродов, химических сенсоров); энзимных и иммунологических методов анализа; новых селективных и высокочувствительных органических реагентов (для определения, разделения, экстракции); определения элементов в разной степени окисления (преимущественно редких элементов); анализа объектов окружающей среды.

Главное приоритетное направление в высших учебных заведениях - развитие теоретических вопросов (равновесия в растворах, плазме) и методов анализа, в отличие от отраслевых научно-исследовательских институтов, в которых главное в работе - объект анализа и анализ объекта.

Учитывая перспективу строительства новых зданий МГУ, надо думать и о развитии методов - рентгеновской спектроскопии, масс-спектрометрии, Фурье-спектроскопии, эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой. Нужно смелее осваивать новые объекты анализа - сверхчистые вещества, в частности, новые полупроводники и вещества, обладающие сверхпроводимостью; изучать поверхность твердых тел и процессы на поверхности.

Продвижение вперед возможно только в том случае, если на кафедре работают творческие, талантливые люди, умеющие мыслить смело, по-новому, не боящиеся риска. Надо шире использовать и опыт зарубежных научных школ - ведь наука не имеет территориальных границ.

...Можно молча выслушать мой доклад (а их было несколько в последнее время - о кадрах, принципах работы, о перестройке, о новом мышлении), это вовсе не означает, что на кафедре все хорошо. Скрытая инертность, молчание или равнодушие тормозят работу коллектива, снижают ее эффективность. Я призываю всех думать и работать по-новому.

ГДЕ РАБОТАЛ И.П. АЛИМАРИН

Ю.А. Золотов, В.М. Иванов, О.А. Шпигун, Н.В. Шведене

Научная работа на кафедре аналитической химии МГУ

С 1953 г., после переезда университета в новое здание на Ленинских горах, научная работа кафедры проводилась под общим руководством и при участии И.П. Алимарина. Развивались следующие направления: развитие современных физических и химических методов анализа; анализ высокочистых веществ; исследование комплексных соединений элементов, в том числе редких, с органическими аналитическими реагентами; разработка экстракционных методов; исследования в области ионообменной и распределительной хроматографии.

С 1935 г. на химическом факультете существовала лаборатория микроанализа, которой после смерти (1957) К.Л. Малярова стал руководить И.П. Алимарин. Эта лаборатория, где проводилась большая консультативная работа и выполнялись сложные анализы для различных организаций, в 70-х годах была закрыта, так как более широкое применение для определения микрокомпонентов приобрели другие, более современные методы анализа.

По инициативе И.П. Алимарина была создана лаборатория комплексных соединений, начато изучение соединений платиновых металлов, урана, тория и других элементов с различными органическими реагентами - *n*-розанилином, *n*-нитрозодифениламином, 8-оксихинолином. В состав лаборатории входила группа по изучению и использованию в анализе гетерополисоединений (руководитель З.Ф. Шахова), где проведены систематические исследования условий образований, восстановления и свойств молибденовых и вольфрамовых гетерополисоединений и разработаны высокочувствительные и экспрессные методы определения ряда элементов. С 70-х годов интенсивно изучались теоретические вопросы химии гетерополисоединений, что позволило показать возможности образования молибденомарганцевомышьякового и молибденожелезмышьяково-гомокомплексов с молярным соотношением компонентов 1:1:1. На основании изучения экстракции невосстановленных и восстановленных гетерополисоединений кремния, фосфора, мышьяка высокомолекулярными аминами предложены экстракционно-фотометрические методы определения данных элементов (Ф.П. Судаков, С.А. Моросанова, Е.Н. Семеновская, Е.Н. Дорохова). Используя образование ионных ассоциатов гетерополикислот с основными красителями, группа разработала экстракционно-фотометрические методы определения кремния и фосфора с пределом обнаружения 10^{-7} и 10^{-6} % соответственно.

Изучение спектрально-люминесцентных свойств комплексов металлов с органическими и неорганическими лигандами, начиная с 50-х годов, осуществлялось в лаборатории люминесцентного анализа, которую возглавил И.П. Алимарин. На основании

вычисления энергий синглетных и триплетных энергетических уровней, исходя из квантовомеханических представлений, была оценена возможность появления флуоресценции, фосфоресценции или тушения свечения у комплексов различных по природе металлов и органических лигандов. Практически ценными оказались люминесцентные методы определения близких по свойствам металлов - циркония и гафния, индия и галлия, а также висмута, ртути, сурьмы, таллия в полупроводниковых материалах без предварительного их разделения (А.П. Головина, Н.Б. Зоров, В.К. Рунов).

В 1953 г. была организована лаборатория спектрофотометрии, оснащенная самым современным по тем временам оборудованием (руководитель В.М. Пешкова). С середины 50-х годов научные исследования лаборатории развивались по следующим основным направлениям: разработка методов определения редкоземельных элементов (М.И. Громова, И.П. Ефимов); использование оксимов для определения микроколичеств переходных элементов (В.М. Савостина, Е.К. Иванова, Ю.А. Барбалат); использование β -дикетонов (Н.В. Мельчакова). В конце 50-х-начале 60-х годов получили импульс развития спектрофотометрическое титрование, дифференциальный метод, анализ многокомпонентных систем. Много было сделано в изучении свойств оксимов и их комплексов с металлами, что позволило дополнить теоретические основы спектрофотометрии и решать практические задачи определения никеля, железа, кобальта, металлов платиновой группы. Разработки лаборатории получили весьма эффективное приложение при определении следов элементов в полупроводниковых материалах, кислотах, щелочах и солях особой чистоты. Разработаны методы определения палладия, платины, родия, иридия при совместном присутствии в природных и промышленных объектах.

С конца 50-х годов интенсивное развитие на кафедре получили кинетические методы анализа, а с 1974 г. в этих методах все шире используют ферменты (И.Ф. Долманова). Направленный поиск гомогенных каталитических реакций, являющихся индикаторными в методах определения переходных элементов, позволил разработать высокочувствительные (10^{-5} - 10^{-4} мкг/мл) кинетические методы определения меди, железа, кобальта, хрома, марганца в ряде веществ особой чистоты, полупроводниковых соединениях, котловых водах электростанций, в биологических образцах (Н.М. Ушакова, Г.А. Золотова). На использовании ингибирующего или активирующего действия органических соединений различных классов в каталитических окислительно-восстановительных процессах основаны кинетические методы определения микрограммовых количеств серосодержащих пестицидов, азотсодержащих лекарственных препаратов психоневрологического и сердечно-сосудистого действия на уровне 10^{-5} мкг/мл (Т.Н. Шеховцова). Изучено влияние ряда фосфорсодержащих комплексонов на каталитическое действие меди в реакции окисления гидрохинона пероксидом водорода, что позволило применить принцип контролируемого комплексообразования и разработать кинетические методы определения щелочноземельных металлов, свинца ($c_{\text{мин}} \sim 10^{-3}$ мкг/мл) и меди ($c_{\text{мин}} = 1 \cdot 10^{-6}$ мкг/мл). Показана возможность использования сопряженных индикаторных реакций для повышения чувствительности и

селективности каталитических методов анализа (Е.В. Смущу нова).

В конце 80-х годов обнаружено ускоряющее действие ряда органических соединений, содержащих S- и HS-группы, в реакции окисления дифенилкарбазона пероксидом водорода, что позволило понизить до $n \cdot 10^{-7}$ моль/л предел обнаружения серосодержащих соединений. Разработан тест-метод и создано ферментное устройство для определения ртути по ее ингибирующему действию на иммобилизованную хитозаном пероксидазу хрена ($c_{\text{мин}} = 5 \cdot 10^{-6}$ мкг/мл). Предложен высокочувствительный ($c_{\text{мин}} = 1 \cdot 10^{-5}$ мкг/мл) и высокоселективный метод определения микроколичеств железа (III) по его реактивирующему действию на апофермент пероксидазы хрена. Разработаны методики определения спиртов с использованием в качестве индикаторной, катализируемой альдегидом реакции окисления *n*-фенилендиамина пероксидом водорода ($c_{\text{мин}} = n \cdot 10$ мкг/мл) и показана возможность определения нормальных спиртов в присутствии спиртов изостроения.

Лаборатория спектрального анализа создана в 1953 г. (руководитель Н.И. Тарасевич). Здесь проводились интенсивные исследования поведения микроколичеств элементов в плазме разных источников возбуждения спектра, на основании которых развивались такие методы, как химико-атомно-эмиссионные, атомно-эмиссионной фотометрии пламени, молекулярной эмиссионной спектроскопии, атомной абсорбции. Изучались процессы атомизации, многоступенчатой ионизации атомов, молекул, их диффузия, конверсия электронов и образование радикалов. С середины 70-х годов получило развитие новое научное направление - применение лазеров как источников селективного возбуждения атомов (Ю.Я. Кузяков). Проведены исследования аналитических возможностей атомно-ионизационной и атомно-флуоресцентной лазерной спектроскопии (Н.Б. Зоров). Созданы установки для осуществления работ по лазерной ступенчатой ионизации. Теоретические исследования, выполненные в рамках данной тематики, позволили внести значительный вклад в развитие физических методов анализа и найти область для реализации практических возможностей новых методов. Изучено применение атомно-ионизационной спектроскопии для определения щелочных элементов, галлия, индия на уровне десятых и сотых долей нанограмма в миллилитре, что в ряде случаев превосходит возможности атомно-абсорбционного и атомно-эмиссионного методов (Н.Б. Зоров).

Дано объяснение природе возникновения лазерного атомно-ионизационного сигнала в пламени, что позволяет учитывать факторы, влияющие на аналитический сигнал. Создан макет лазерного спектрометра для определения малых содержаний органических соединений лазерным фотоионизационным методом. Разработаны атомно-ионизационные сверхчувствительные методы определения кальция и рубидия на уровне 10^{-7} - 10^{-4} мкг/мл. В середине 80-х годов создана экспериментальная установка для исследования лазерной многофотонной ионизации молекул в жидкой фазе и разработаны методики определения полиароматических углеводородов - пирена, антрацена, 1- и 2-нафтолов. В лаборатории исследовались возможности и условия эмиссионного и атомно-абсорбционного определения микропримесей, железа, марганца, бора, меди и других элементов в растворах с

использованием ультразвука для получения аэрозолей. Проведены работы по атомно-эмиссионному анализу газов, определению примесей азота, кислорода, хлора в диоксиде углерода с использованием искрового разряда (А.А. Железнова).

Успешно развивались на кафедре различные виды хроматографии -ионообменная, распределительная, экстракционная в сочетании с инструментальными методами определения - нейтронно-активационным, полярографическим, спектроскопическим (руководитель Ю.С. Никитин). Разработаны эффективные методы разделения и концентрирования смесей галлия, индия, цинка, кадмия и других элементов (Е.П. Цинцевич). Изучена сорбция бериллия, кобальта, никеля, железа, скандия, титана из водно-органических сред, содержащих неорганические и органические лиганды (Т.А. Белявская). Уделялось большое внимание решению ряда практических задач - определению низких содержаний примесей на фоне основного компонента.

В последние 10-15 лет ведутся разработки в области высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) для анализа неорганических объектов. Впервые в стране метод ВЭЖХ применен для определения и разделения металлов в виде хелатов (Т.А. Большова, Е.М. Басова, В.М. Иванов). Найдены оптимальные условия и разработаны методики разделения платиновых металлов в виде комплексов с 1-(2-пиридилазо)-2-нафтолом на силикагеле, а также оксихинолинатов кобальта, железа, никеля в нормально-фазовом варианте высокоэффективной жидкостной хроматографии. Изучено влияние состава подвижной фазы на удерживание хелатов меди, никеля, кобальта, палладия и родия с 4-(5-бром-2-тиазолилазо) резорцином и найдены оптимальные условия разделения в обращенно-фазовом варианте ион-парной ВЭЖХ (Е.Н. Шаповалова).

Самостоятельный научный и практический интерес представляют работы по сорбционному концентрированию и разделению ионов многих металлов на кремнеземах, химически модифицированных сульфо-, фосфо-, иминодиацетатными группами, гидроксамовыми кислотами, полиаминами (В.И. Фадеева, Т.И. Тихомирова, П.Н. Нестеренко, В.М. Иванов). Разработаны условия синтеза кондиционированных сорбентов, изучены их физико-химические свойства, найдены условия сорбции и сорбционные характеристики комплексов, выяснена природа сорбции и определены константы устойчивости комплексов в фазе сорбента. Обнаружены корреляции между свойствами модификаторов и комплексов в растворе с аналогичными свойствами в фазе сорбента. Предложены методики концентрирования многих ионов в динамическом режиме, использующие высокие кинетические параметры сорбции, при этом коэффициенты концентрирования достигают величин 10^2 - 10^3 , что позволяет концентрировать из объемов водной фазы до 10 л. Разработаны методики прямого определения некоторых элементов в фазе сорбента рентгенофлуоресцентным, атомно-эмиссионным, фотоакустическим, люминесцентным методами.

Предложены варианты работы с сорбентами - колоночный вариант и вариант с использованием концентрирующих патронов. Концентрирующие патроны Диапак-ИДА с

сульфогруппой использованы для извлечения многозарядных ионов - железа(III) и хрома(III) из объемов более 1 л; сорбенты, содержащие амидоксимные группы, пригодны для селективного извлечения вольфрама, молибдена, ванадия(V). Хорошие результаты получены при сочетании сорбционного концентрирования в потоке с определением различными методами.

Так, исследованы аналитические характеристики проточных систем, включающих мембранный транспорт или ковалентно модифицированные силикагели в качестве сорбентов и показана возможность использования сорбции для одновременного определения двух металлов в проточной системе.

Для концентрирования металлов в динамическом режиме при скоростях потока 5-10 мл/мин использованы микроколонки (0,02 мл) с сорбентами Pol-ДЭТАТА и Cell-ДЭТАТА с конформационно подвижными группами и показана возможность определения кобальта, марганца и железа в режиме непрерывного проточного анализа с сорбционно-атомно-эмиссионным детектированием с использованием индуктивно связанной плазмы (Г.И. Цизин).

Успешно развивался метод твердофазной спектрофотометрии, позволяющий сочетать концентрирование и определение на основании измерения светопоглощения фазы модифицированного ионообменника после сорбции им элементов из раствора (Т.А. Белявская, Г.Д. Брыкина). Метод применен в случаях, когда десорбция комплекса невозможна либо ведет к нежелательному разбавлению. В качестве матрицы использованы различные материалы: ионообменники на основе стирола и дивинилбензола, смеси анионо- и катионообменников, кремнезема. Показано, что при выборе реагента-модификатора можно использовать литературные данные о комплексообразовании этого реагента в растворе, поскольку в большинстве случаев оптические характеристики комплексов и реагентов в растворе и в фазе сорбента идентичны. Предложено много ионообменников, модифицированных высокочувствительными и селективными органическими реагентами и разработаны методики определения меди, циркония, палладия, урана, цинка, кадмия и других элементов в различных объектах.

Начиная с 1980 г. на кафедре развивается метод ионной хроматографии (Ю.А.Золотов, О.А. Шпигун). Внесен вклад в теорию метода, разработаны физико-химические модели ионообменных процессов. Получены сведения об ионообменных равновесиях неорганических анионов на поверхностно-модифицированных ионообменниках низкой емкости, установлены закономерности сорбции сильноудерживаемых неорганических и органических ионов. В качестве элюентов предложены аминокислоты, очень удобные, в частности, для определения сильноудерживаемых анионов и катионов. С опорой на разработанную теоретическую базу предложены высокоэкспрессные, селективные и чувствительные методики ионохроматографического определения многих анионов и катионов, пригодные для анализа объектов окружающей среды (О.Н. Обрезков, А.А. Иванов).

В последние годы разработаны способы градиентного элюирования (П.Н. Нестеренко) и устранения мешающего влияния макрокомпонентов, а также проводятся исследования по использованию нетрадиционных способов детектирования аналитического сигнала в ионной хроматографии. Разработано программное обеспечение для хранения и поиска информации. Предложен способ кинетического детектирования неорганических анионов (хлорид, нитрат, сульфат) по катализируемой цирконием(IV) реакции окисления иодид-ионов пероксидом водорода в присутствии ингибитора - фторид-ионов, а также способ ионоэксклюзионного определения органических кислот. Показана возможность использования в ионной хроматографии ароматических сульфокислот в качестве элюентов.

Электрохимические методы анализа развивались на кафедре в двух лабораториях - полярографии и амперометрии (руководитель Е.Н. Виноградова), а также потенциометрии и кулонометрии (руководитель П.К. Агасян). В 70-х годах произошло объединение этих лабораторий в единую лабораторию электрохимических методов анализа. Основными научными направлениями развития электрохимических методов являлись кулонометрический анализ, вариант которого - субстехиометрический метод - впервые был разработан на кафедре, полярографическое изучение комплексообразования, использование органических реагентов в амперометрическом титровании.

На основании изучения электрохимических свойств окислительно-восстановительных систем в сочетании с методами разделения и концентрирования разрабатывались прецизионные селективные с высокочувствительные методы потенциометрического, полярографического, вольтамперометрического и кулонометрического определения многих элементов в веществах высокой чистоты, промышленных и природных объектах. Разработаны автоматизированные кулонометрические методы непрерывного определения кислорода, оксида углерода, азота, серы, а также предельных, непредельных ароматических углеводородов в выхлопных газах автомобильного транспорта, газовых выбросах производств, в атмосфере. Обоснованы возможности аналитического применения ртутно-графитового электрода в инверсионной вольтамперометрии и разработана его математическая модель, позволяющая оптимизировать условия его формирования, что обеспечивает максимальную устойчивость покрытия (А.И. Каменев). Предложены также математические модели для описания обратимых и необратимых процессов анодного растворения одного или двух электроактивных компонентов на ртутном пленочном и графитовом электродах в инверсионной хронопотенциометрии.

Метод адсорбционной инверсионной вольтамперометрии использован для определения низких содержаний (до $2 \cdot 10^{-2}$ мкг/мл) циркония и кремния после их концентрирования на графитовом электроде в виде электроактивных комплексов. С использованием классической, осциллографической и переменноточковой полярографии изучены адсорбционные свойства 1,10-фенантролинов и диметилглиоксиматов никеля и кобальта, установлен состав каталитически активных комплексов и разработаны методики определения низких содержаний никеля и кобальта в железомарганцевых концентратах,

змеином яде и других объектах (Г.В. Прохорова, Е.А. Осипова).

Уделялось внимание развитию ионометрии (З.А. Галлай, Н.М. Шеина, Н.В. Шведене, М.Ю. Немилова). С использованием хелатов металлов с N,N-добензилдителиооксамидом, а также с гидроксамовыми кислотами в качестве электроноактивных компонентов пластифицированных мембран разработаны различные конструкции жидкостных и твердотельных ионоселективных электродов на ионы серебра, меди, свинца, отличающиеся стабильностью потенциала, малым временем отклика и высокой селективностью. Изучены ионофорные свойства фосфорилсодержащих подандов по отношению к первичным аминам и сконструированы жидкостный и твердотельный ионоселективные электроды на октиламин ($C_{\text{мин}} = n \cdot 10^{-5}$ М), функционирующие при pH 2,3-8,5. Разработан ионоселективный электрод с мембраной на основе триокситриазамacroцикла, обратимый к гидрофобным первичным аминам, отличающийся высокой селективностью в присутствии ионов щелочных металлов и малым временем отклика ($C_{\text{мин}} = 3,1 \cdot 10^{-5}$ М).

Большое внимание уделял И.П. Алимарин развитию экстракции хелатов, ионных ассоциатов и смешанолигандных соединений (Ю.А. Золотов, И.М. Гибало, А.И. Бусев, И.В. Соколова). Исследования проводились по двум направлениям: 1) изучение механизма экстракции, поведения экстрагируемых соединений в органической фазе, определение состава соединений, исследование роли растворителя, поведения реагентов и комплексообразователей в водных растворах, состава и устойчивости комплексов в водных и неводных средах; 2) применение экстракции для разделения и концентрирования элементов.

Вскоре после переезда в новое здание на Ленинских горах на базе группы по изучению экстракции была организована лаборатория анализа высокочистых веществ, где разрабатывались методы разделения и концентрирования (руководитель И.М. Гибало). Были разработаны криохимические экстракционно-люминесцентные методы определения сурьмы, висмута, свинца и олова на уровне 10^{-3} мкг/мл. Большое число исследований было посвящено экстракции смешанолигандных комплексов и ионных ассоциатов (В.И. Шленская, В.А. Бодня, А.П. Головина). Практическая направленность работ лаборатории связана с разработкой высокочувствительных и избирательных методов определения циркония, титана, скандия, палладия и др. Под руководством И.П. Алимарина исследован механизм экстракции теллура, селена, висмута, сурьмы, олова новым эффективным классом экстрагентов - тетразамещенными алкилдиаминами и разработаны методы анализа полупроводниковых сплавов (НА. Пасекова).

В конце 70-х годов получило развитие новое направление - применение комплексообразующих реагентов, являющихся стабильными свободными радикалами; такие реагенты позволяют определять элементы методом ЭПР. В эти же годы впервые в качестве экстрагентов использованы азотсодержащие макроциклические соединения и разработан селективный метод извлечения и определения меди.

В дальнейшем на кафедре проведены систематические исследования экстракционных свойств макроциклических реагентов - азатиапроизводных дибензо-15-краун-5, дибензо-18-

краун-6 и других (Ю.А. Золотъв, И.В. Плетнев, М.К. Беклемишев, И.И. Торочешникова, Е.И. Моросанова). Найдены реагенты, эффективно извлекающие серебро, ртуть, медь, осмий, палладий, таллий и разработаны методы определения этих элементов в объектах сложного состава. Предложен подход к конструированию макроциклов с заданной стереохимией комплексообразования, синтезированы соответствующие реагенты.

В целом за десятилетие изучено около 40 новых макроциклических соединений, содержащих в качестве донорных атомов азот, кислород, серу и различающихся размером цикла. Экстракционный вариант кон-центрирования в ряде случаев заменен сорбционным с использованием носителей, содержащих закрепленные органические аналитические реагенты. Изучена сорбция металлов диаза-18-краун-6 и октаэтилпорфири-ном, а также их смесями, иммобилизованными на силикагеле, и установлено, что на сорбентах смешанного типа реализуется последовательность элюирования, кардинально отличающаяся от характерной для "чистых" сорбентов. 8-Оксихинолином модифицированы коммерческие патроны с C_{16} -силикагелем ДИАПАК и изучено удерживание особо токсичных металлов - кадмия и свинца. Предложен метод косвенного экстракционно-радиометрического определения бензиламина и норадреналина с использованием макроциклических реагентов, основанный на конкуренции амина и металла (барий, стронций) за реагент - "хозяин" ($C_n = 1 \cdot 10^{-6} M$).

В последние годы изучено поведение ряда металлов на пенополиуретанах, пропитанных растворами макроциклов. Пенополиуретан во многих отношениях оказался перспективным носителем (С.Г. Дмитриенко). Его модифицирование различными органическими реагентами позволило разработать методы концентрирования и определения неорганических и органических ионов и молекул. Разработан сорбционно-фотометрический метод определения анионных ПАВ с применением пенополиуретанов ($C_{мин} = n \cdot 10^{-2}$ мкг/мл), более чем в 100 раз превосходящий по чувствительности известные экстракционно-фотометрические методы определения ПАВ. Разработаны приемы модифицирования чувствительных элементов на основе пенополиуретанов органическими реагентами и пластификаторами, улучшающие воспроизводимость сорбционно-фотометрического определения никеля и хрома (отклонение не выше 0,07).

Систематически изучалось различными физико-химическими методами комплексообразование элементов, особенно редких, с органическими реагентами в целях их использования в аналитической химии. В качестве реагентов исследованы диарил- и диалкилдитиофосфорные кислоты, их дисульфиды, гетероциклические дитиокарбаминаты и их эфиры, висмутолы, тиокарбазоны, гетероциклические азосоединения, производные пиразолона и тиопиразолона, диариадиселенофосфаты, 2-меркаптобензо-тиазол и его аналоги, азопроизводные 8-оксихинолина и пирокатехина, гидроксамовые и виолуровые кислоты (А.И. Бусев, В.М. Иванов, В.М. Бырько, Т.Н. Жолондковская, Л.Н. Симонова, В.Н. Фигуровская, Т.В. Родионова, Л.Н. Ломакина). Комплексообразование изучается в водных, водно-органических и органических средах.

Большое внимание уделялось аналитическому приборостроению. В середине 80-х годов сотрудниками кафедры совместно с НПО "Химавтоматика" завершены опытно-конструкторские работы по созданию первых отечественных высокоапертурных спектрофлуориметра и спектрофотометра (В.К. Рунов). Совместно с Карагандинским государственным университетом создан первый лабораторный образец сорбционно-люминесцентного таблеточного газоанализатора для определения в воздухе фтороводорода и первичных алифатических аминов на уровне санитарных норм. В содружестве с Дзержинским ОКБА создан первый отечественный ионный хроматограф "Цвет-3006", серийный выпуск которого начат с 1987 г. В содружестве с НПО "Химавтоматика" и Физико-техническим институтом АН Таджикистана создан и прошел испытания первый отечественный фотоакустический спектрометр, превосходящий по своим характеристикам зарубежные аналоги. Создан уникальный лазерный термолинзовый высокочувствительный спектрофотометр с многоканальной системой регистрации. На базе ЭВМ и микропроцессорной техники создан макет автоматизированной многофункциональной установки для электрохимического анализа и разработаны алгоритмы измерительного цикла. Совместно с ОКБА "Химавтоматика" завершены работы по созданию сорбционно-люминесцентного анализатора "Пробой".

С начала 80-х годов по инициативе И.П. Алимарина на кафедре развивался фотоакустический метод анализа, были разработаны научно-методические основы фотоакустической спектрофотометрии для создания сорбционно-спектрофотометрических таблеточных газоанализаторов, идентификации и определения соединений на поверхности. Разработана и экспериментально подтверждена модель формирования фотоакустических сигналов в порошкообразных образцах в зависимости от их теплофизических, оптических, геометрических характеристик и конструкции фотоакустической ячейки.

С середины 80-х годов на кафедре развиваются теоретические основы адсорбционного метода анализа, основанного на термолинзовом эффекте при прохождении лазерного излучения через светопоглощающие растворы. В 1988 г. завершен этап создания автоматической системы на базе персонального компьютера по управлению основными режимами, сбору и обработке данных при работе термолинзовой лазерной установки. С использованием метода термолинзовой спектроскопии разработаны методики определения нанограммовых количеств молибдена, висмута, никеля в питьевой воде и кобальта в особо чистом кадмии. На базе аргонового лазера сконструирован термолинзовый спектрометр и проведены предварительные исследования для детектирования в потоке.

В данной статье мы не освещали методическую и педагогическую работу кафедры. Кафедра известна традициями в преподавании, нетривиальностью подхода к созданию новых учебных планов и практикумов, разнообразием спецкурсов, высоким уровнем выпускников. Цель авторов статьи - показать состояние и развитие аналитической химии в

стенах вуза. Думаем, что из опыта кафедры аналитической химии химического факультета МГУ заинтересованные могут извлечь пользу.

Б.Ф. Мясоедов, В.П. Колотов

И.П. Алимарин и развитие аналитической химии в Институте геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского

Творческая жизнь И.П. Алимарина самым тесным образом была связана с Институтом геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского АН СССР (ныне РАН). В 1948 году (через два года после организации института) он был приглашен академиком А.П. Виноградовым на должность заведующего лабораторией радиохимии. К этому времени назрела задача определения элементов в следовых концентрациях, что определялось прежде всего потребностями развития ядерной технологии и промышленности новых материалов. Иван Павлович был известным специалистом по определению следов редких и рассеянных элементов в минеральном сырье, внесшим заметный вклад в развитие аналитической химии малых концентраций. Под его руководством это направление аналитической химии в ГЕОХИ получило дальнейшее развитие.

Так, в начале 50-х годов были начаты пионерские работы по нейтронно-активационному анализу, ультрамикрoанализу, изотопному разбавлению и другим методам определения следов элементов. В годы освоения атомной энергии он участвовал в работах по анализу ядерных материалов, входил в группу аналитиков, возглавляемую А.П. Виноградовым. В эти годы один из авторов этой статьи (Б.Ф. Мясоедов) был первым дипломником в лаборатории И.П. Алимарина и под руководством А.К. Лаврухиной выполнил дипломную работу по ионообменному разделению радиоактивных редкоземельных элементов.

Иван Павлович был личностью с чрезвычайно широкими научными интересами и глубокой интуицией, им внесен весомый вклад в развитие теоретических основ ряда методов. О широком круге научных проблем, которыми он интересовался, свидетельствует хотя бы история руководимой им лаборатории в ГЕОХИ. Из этой лаборатории впоследствии вышли многие известные ученые, составившие гордость школы химиков-аналитиков академика Алимарина. Вот вехи этой истории:

1949 г. Создание лаборатории радиохимии.

1950 г. По инициативе А.П. Виноградова и И.П. Алимарина начата разработка радиохимических методов анализа продуктов ядерных превращений, образующихся при бомбардировке ядер средних и тяжелых элементов протонами с энергией 600 МэВ на крупнейшем в то время синхроциклотроне в Дубне (А.К. Лаврухина, Ф.И. Павлоцкая, Н.А. Руднев, Г.Н. Билимович, Ю.В. Яковлев).

1950 г. Начаты работы по ультрамикрoанализу (М.Н. Петрикова).

1953 г. Проведены первые исследования по активационному анализу (Ю.В. Яковлев)

и другим методам радиоаналитической химии (Г.Н. Билимович).

1955-1971 гг. Ю.А. Золотовым с сотрудниками проведены работы по теории и практическому использованию экстракции. Впоследствии группа была выделена в лабораторию экстракционных методов.

1957 г. Начаты работы по соосаждению (Н.А. Руднев).

1958 г. Начаты работы по развитию электрохимических, особенно полярографических, методов определения следовых количеств элементов (С.И. Синякова, О.Л. Кабанова).

1963 г. После выделения группы А.К. Лаврухиной в лабораторию космохимии лаборатория И.П. Алимарина получила название лаборатории чистых веществ.

1965-1967 гг. С.Б. Саввиным развивались работы по органическим реагентам.

1970—1976 гг. Л.А. Грибовым проводились работы по квантовой химии. Впоследствии была организована самостоятельная лаборатория.

1976-1982 гг. Проводились работы по рентгеноспектральному анализу (Н.П. Ильин).

1977 г. Лаборатория получила название "Лаборатория радиоаналитической химии и микроанализа".

1982 г. Начаты работы по прецизионной кулонометрии платиновых металлов (О.Л. Кабанова).

1983 г. Новое название лаборатории - "Лаборатория радиоаналитических и электрохимических методов".

Одним из любимых детищ Ивана Павловича были методы радиоаналитической химии, прежде всего активационный анализ. Постановка работ по активационному анализу послужила основой развития этого направления в других учреждениях как нашей страны, так и стран Восточной Европы. Иван Павлович был привлечен к созданию престижного ныне международного журнала "Journal of Radionalytical and Nuclear Chemistry", в котором он длительное время был региональным редактором, способствуя публикациям советских ученых-аналитиков, радиохимиков, пропагандируя достижения нашей науки. Он был членом международного комитета конференции по современным направлениям в активационном анализе и сам принимал активное участие в ряде конференций. Его вклад в развитие методов радиоаналитической химии по достоинству был отмечен вручением почетной международной медали имени Д. Хевеши.

Работы по активационному анализу в Советском Союзе были впервые начаты в 1953 г. по инициативе А.П. Виноградова и И.П. Алимарина в группе Ю.В. Яковлева. Именно в это время особенно остро встала проблема контроля за содержанием микропримесей в различных материалах, необходимых для новой техники. Так, требования к чистоте конструкционных материалов для ядерной энергетики, главным образом по элементам, имеющим большое сечение захвата нейтронов (бор, кадмий, гадолиний, самарий, европий и др.), определялись уровнем $10^{-4} - 10^{-7}\%$.

Свойства полупроводниковых кремния и германия в значительной мере

определяются, как известно, присутствием следовых количеств элементов-примесей, особенно электроноактивных. Поэтому создание современных больших интегральных схем невозможно без разработки технологии получения сверхчистых полупроводниковых материалов с содержанием примесей на уровне 10^{-7} - $10^{-9}\%$ и ниже и соответствующих методов контроля.

Несмотря на появление в последнее время ряда эффективных методов анализа, нейтронно-активационный метод с использованием реакторов по-прежнему остается весьма важным, одним из наиболее чувствительных методов контроля качества сверхчистых материалов, главным образом полупроводниковых. Исключительно высокая чувствительность этого метода определяется в первую очередь высокой эффективностью регистрации ядерного излучения, высокими значениями сечений ядерных реакций и, самое главное, отсутствием поправки на холостой опыт.

Под руководством И.П. Алимарина в институте были разработаны методики нейтронно-активационного анализа большого числа (около 30) особо чистых материалов, поставлены сложные работы по анализу сильно-активирующихся матриц (до 20 Ки/г), таких как мышьяк, арсенид галлия. Для этого в "горячей" камере радиохимической лаборатории был создан специальный радиохимический стенд и разработаны оригинальные методики, позволяющие дистанционно проводить все основные аналитические операции: растворение, дистилляцию, осаждение, экстракцию, экстракционную хроматографию, ионный обмен. Были разработаны высокоэффективные схемы разделения и очистки определяемых элементов, предложены новые аналитические приемы выделения определяемых микропримесей с использованием методов колоночной вытеснительной и многоэлементной субстехиометрии для радиохимического варианта нейтронно-активационного анализа.

Не менее сложной оказалась проблема нейтронно-активационного анализа веществ с высоким сечением захвата тепловых и резонансных нейтронов (кадмий, бор, серебро, индий и др.). Для учета этого эффекта были предложены и экспериментально проверены расчетные формулы, а разработанный метод позволил проводить анализ матриц, контроль чистоты которых важен при получении соединений типа A_2B_6 с требуемыми свойствами.

За цикл работ по анализу веществ высокой чистоты И.П. Алимарину с сотрудниками в 1972 г. была присуждена Государственная премия СССР.

Важным направлением практического применения активационного анализа явились разработки высокочувствительных (10^{-5} - $10^{-9}\%$) инструментальных и радиохимических методов анализа малых навесок природных объектов (2-5 мг), таких как образцы лунного грунта, метеориты, взвешенные частицы в пробах антарктического льда, аэрозоли и атмосферные выпадения. В развитие этих идей И.П. Алимарина и сотрудников лаборатории, в лаборатории космохимии, возглавляемой А.К. Лаврухиной, были предложены новые тонкие методы активационного анализа широкого класса объектов внеземного происхождения, результаты которых были использованы для создания количественной картины физико-химических процессов, проходящих при дифференциации элементов в про-

топланетном облаке, истории и эволюции Солнечной системы.

Начиная с 70-х годов, под руководством И.П. Алимарина активно развивается гамма-активационный метод с использованием тормозного излучения микротрона для определения микроконцентраций газообразующих примесей (углерод, азот, кислород). Ввиду того что образующиеся по реакции (γ , n) ядра нейтронодефицитны, определяющим типом излучения при их распаде является позитронное, что в большинстве случаев делает невозможным использование инструментальных методов анализа. К тому же эти радионуклиды имеют сравнительно небольшой период полураспада (десятки минут), что требует разработки экспрессных методов радиохимического выделения определяемых элементов. Эти проблемы удалось преодолеть, и в лаборатории были разработаны высокочувствительные (10^{-5} - $10^{-6}\%$) методы определения азота, углерода и кислорода в металлах, сплавах, образцах волоконной оптики, природных объектах.

Дальнейшим развитием идей И.П. Алимарина в нейтронно- и гамма-активационном анализе высокочистых веществ являются работы по снижению пределов обнаружения примесей. Для этого необходимо использовать источники с высокими потоками активирующих частиц, в частности ядерные реакторы с плотностью потока нейтронов до 10^{15} н./см².с). Однако при этом возникают другие проблемы, обусловленные высокой наведенной радиоактивностью проб. Поэтому в случае инструментального анализа требуется применение современной высокоскоростной и разрешающей гамма-спектрометрии, а при радиохимическом анализе необходима разработка высокоэффективных методов отделения основы, пригодных для работы в защитных боксах. Кроме того, приходится иметь в виду увеличение выхода радионуклидов по побочным реакциям, что может приводить к дополнительным осложнениям при выполнении анализа.

Применение высокопоточного реактора дает возможность, например, определения сверхнизких концентраций азота (до 10^{-7} - $10^{-8}\%$) по реакции $^{14}\text{N} (n, p)^{14}\text{C}$. При этом для радиохимического выделения ^{14}C можно использовать хорошо отработанные методики, разработанные для гамма-активационного анализа. В отличие от анализа на заряженных частицах, нейтронно - активационный метод свободен от влияния поверхностных загрязнений, что немаловажно при определении именно азота.

В работах по развитию активационного анализа Иван Павлович особое внимание уделял повышению избирательности метода, придавая важное значение условиям активации анализируемых проб. Для этого используют как различные установки для облучения (реакторы, генераторы, источники нейтронов и др.), так и применяют разнообразные экспериментальные приемы, например, фильтры, селективно меняющие энергетический спектр нейтронов.

При проведении нейтронно-активационного анализа (НАА) с использованием реакторов повышения избирательности анализа можно достигнуть, облучая пробу эпитепловыми нейтронами, взаимодействие которых с ядрами носит ярко выраженный резонансный характер. В этой связи отметим работы по исследованию мощного источника

нейтронов на базе реактора на быстрых нейтронах (БОР-60). Благодаря особой конструкции в этом реакторе имеются каналы с уникальным распределением эпитепловых нейтронов. Оказалось, что для многих элементов значения сечений захвата нейтронов на этом реакторе составляют барны, что сравнимо с сечением реакции (n, γ) на тепловых нейтронах.

Принимая во внимание большую плотность потока нейтронов [$n \cdot 10^{13} \text{ н./см}^2 \cdot \text{с}$] на реакторе "БОР-60", становится реальностью разработка высокочувствительного активационного анализа на резонансных нейтронах, в том числе и высокочистых веществ (например, весьма перспективен анализ высокочистого алюминия за счет сильного подавления активации скандия и образования натрия из матрицы). Особенно перспективным представляется высокочувствительное определение таких элементов, как U, Th, Br, Se, As, Au, W, Ga в геологических образцах благодаря значительному подавлению мешающей радиоактивности натрия, скандия, марганца и др. микрокомпонентов.

Другим научным направлением аналитической химии, которому И.П. Алимарин уделял постоянное внимание в течение всей своей жизни, является развитие методов микро- и ультрамикроанализа. Он по праву является основателем советской школы микрохимии. В 1950 г. были начаты уникальные, даже по меркам сегодняшнего дня, работы по ультрамикроанализу. В исследованиях, проведенных совместно с М.Н. Петриковой, были разработаны не только качественные, но и количественные методы определения компонентов в образцах вещества весьма малой массы (микрограммы), для чего была предложена уникальная техника микрохимического эксперимента и проведены анализы ультрамалых количеств различных природных и искусственных образцов.

Иваном Павловичем вместе с соавторами было опубликовано несколько книг по микроаналитической химии, переведенных на несколько языков. Созданные в ГЕОХИ многочисленные методики ультрамикрохимического анализа и уникальная техника их выполнения явились объектом изучения многих химиков-аналитиков нашей страны, зарубежных специалистов, а полученный опыт в ряде мест используется и развивается до настоящего времени.

За выдающиеся результаты в развитии ультрамикрохимии И.П. Алимарин был удостоен медали Эмиха (Австрия).

В 1957 г. вместе с Н.А. Рудневым были поставлены работы по развитию теоретических основ и практическому применению метода соосаждения для концентрирования микроэлементов из больших объемов водных проб, при анализе сложных объектов металлургического производства и в др. В настоящее время этот метод концентрирования широко используется в практике аналитической химии в сочетании с разнообразными методами определения элементов.

Под руководством И.П. Алимарина с 1958 г. получили интенсивное развитие и электрохимические методы анализа (С.И. Синякова, О.Л. Кабанова). Одним из первых направлений в этой области было использование ртутного электрода. По предложению И.П.

Алимарина С.И. Сиякова впервые в Советском Союзе поставила работы по использованию и развитию метода инверсионной вольтамперометрии с висящей каплей ртути, на которой происходит электролитическое концентрирование определяемого вещества, что обеспечивает существенное снижение пределов обнаружения (для некоторых металлов до 10^{-9} М). Ртутный электрод использовался также для развития теории и практических методов определения неорганических веществ по каталитическим токам, в частности, исследовалось влияние комплексообразующих веществ на возникновение и механизм каталитических токов.

В лаборатории разрабатывались методы вольтамперометрии с постоянным и переменным током с различными типами ртутных электродов, постоянно совершенствовалась техника эксперимента. Впервые в СССР были выполнены работы, в которых использовалось совместное предварительное электроосаждение определяемого металла и ртути с последующим бестоковым растворением, что приводило к повышению чувствительности и избирательности метода.

Другим направлением работ по электрохимическим методам анализа, проводившихся совместно с О.Л. Кабановой, явилось изучение возможностей твердых электродов, перспективных для автоматизации контроля производственных процессов и расширяющих диапазон рабочих потенциалов по сравнению с ртутным электродом. В 70-е годы развивались инверсионные электрохимические методы с использованием электродов на основе углерода - угольные пастовые. Также впервые в Советском Союзе были начаты работы по использованию нового электродного углеродного материала - углеситалла, синтезированного советскими учеными. Была установлена возможность его использования наряду с известным к этому времени стеклоуглеродным материалом в катодной области потенциалов.

Наряду с разработкой конкретных практических методик определения все работы по твердым электродам сопровождались изучением механизма и кинетики протекающих реакций. Для этих целей широко использовались вращающиеся дисковые электроды (в том числе и электроды диск-кольцо). Эти работы внесли значительный вклад в теорию инверсионного вольтамперометрического метода на вращающихся дисковых электродах.

В это же время была поставлена и решена практически важная задача разработки метода автоматического дистанционного (в течение многих сотен часов) определения кислорода в воде паросиловых установок (таллиевый кислородомер). По разработкам ГЕОХИ и СКБАП Тбилиси начался серийный выпуск этих приборов, была предложена и теория, объясняющая протекание электрохимических процессов в таллиевом кислородомере.

В последние 10 лет под руководством И.П. Алимарина в лаборатории успешно решалась исключительно важная для народного хозяйства задача - разработка высокоточного метода определения благородных металлов методом кулонометрии при контролируемом потенциале. Были предложены и внедрены на ряде предприятий страны прецизионные методы определения платины, палладия, иридия, золота и серебра в

различных объектах (точность 0,5%).

В последние годы И.П. Алимарин большое внимание уделял общим вопросам химического анализа и методологии аналитической химии как науки. Надолго останутся в памяти его страстные, взволнованные выступления по основополагающим проблемам развития науки, ее организации на заседаниях ученого совета ГЕОХИ, Научного совета по аналитической химии.

Даже такая краткая ретроспектива убедительно свидетельствует, что Иваном Павловичем была создана действительно мощная школа аналитической химии, во главе которой стоял Учитель, вкладывавший душу и сердце в своих учеников, в развитие этого важного направления современной науки. Надо отдать должное и тому, что в лице Ивана Павловича удачно соединился талант ученого и преподавателя (более трех десятков лет он заведовал кафедрой аналитической химии МГУ). В этом, несомненно, есть своя внутренняя логика, ибо наука и образование - это неразъемное целое, соединяющее в себе знания и непосредственность восприятия, опыт и энтузиазм, это естественный способ отбора талантливой молодежи в науку.

Говоря об Иване Павловиче как о замечательном учителе (под его руководством было подготовлено более 70 кандидатов и 8 докторов наук), нельзя не отметить и его никогда не скрываемую искреннюю радость и гордость по поводу успехов и достижений своих учеников. Вспоминается такой случай: после избрания Ю.А. Золотова в действительные члены Академии наук СССР в ГЕОХИ по этому поводу состоялось специальное заседание ученого совета, на котором было много выступающих, но, наверное, у всех присутствовавших остались в памяти исключительно теплые слова Ивана Павловича в адрес нового академика. Именно здесь Иван Павлович передал символические ключи от "здания аналитической химии" Юрию Александровичу. Это был торжественный и очень трогательный момент и нравственный урок для присутствующих.

При всем том, что было сказано, Иван Павлович мог быть достаточно жестким и требовательным человеком, когда дело касалось науки. Он не терпел проявлений в работе низкого профессионализма, а тем более дилетантства. Он сам всю жизнь учился и требовал того же и от сотрудников. Например, ежегодные отчеты в лаборатории проходили достаточно трудно, в том смысле что все подходило к ним очень ответственно и с определенной долей волнения. Надо было быть готовым к любым, совершенно неожиданным вопросам Ивана Павловича, очень глубоко разбираться в предмете исследования. Часто это тоже становилось уроком того, как надо вести исследование, на что обращать внимание, не проходить мимо непонятных фактов, стремиться понять "тайные" (как говаривал Иван Павлович - "интимные") причины изучаемых процессов. Надо сказать, что это был классический академический стиль научного познания действительно фундаментальных проблем.

Во многом современные успехи аналитической химии тесно связаны с именем создателя и, до недавнего времени, главы советской школы химиков-аналитиков академика

И.П. Алимарина. Он хорошо понимал роль и значение аналитической химии в современном обществе и прилагал все свои силы, энергию и талант для ее развития. Лучшей памятью Ивану Павловичу Алимарину явится дальнейшее развитие его творческих идей, укрепление позиций аналитической химии, консолидация ее рядов.

Г.В. Остроумов

Аналитическая химия во Всесоюзном институте минерального сырья

И.П. Алимарин, бывая во Всесоюзном институте минерального сырья (ВИМСе), вспоминал, как он первый раз пришел в институт и был принят его директором, в то время уже известным ученым и общественным деятелем Н.М. Федоровским. Эта встреча во многом определила судьбу начинающего ученого, мечтавшего заняться астрономией, но отдавшего свой незаурядный талант аналитической химии, в первую очередь применительно к решению задач прикладной минералогии, поиска и разведки полезных ископаемых.

Следует остановиться на двух направлениях деятельности И.П. Алимарина в ВИМСе, остающихся и в настоящее время весьма актуальными и развивающихся его учениками. Это микрохимический анализ и вопросы унификации, стандартизации и метрологического обеспечения химико-аналитических исследований.

Думается, что увлечение И.П. Алимарина микрохимическими исследованиями определялось не только потребностью облегчить труд минералогов за счет существенного сокращения объема отбираемого под микроскопом материала для анализа. В те времена, так же как и сейчас, каждое отобранное зернышко минерала привлекало своими особенностями и тайнами. Оно, как частичка мироздания, несет в себе глубоко спрятанную информацию, расшифровка которой позволяет понять, как и в каких условиях минерал зародился, что происходило с ним за всю его длительную историю.

Ключом к раскрытию этих секретов является весьма обширный комплекс микрометодов, которым пользуются современные аналитики и минералоги. Сейчас на вооружении исследователей-минералогов в том же ВИМСе находятся методы рентгеновского микрозондового анализа, микролюминесценция, аналитическая электронная микроскопия, лазерный микрозондовый анализ, высокочувствительные методы нейтронно-активационного анализа и лазерно-фотоионизационной спектроскопии, методы ЭПР и масс-спектрометрии - и это во многом заслуга И.П. Алимарина, зачинателя этого направления.

Интерес к микрообъектам у И.П. Алимарина сочетался со стремлением к решению крупномасштабных научно-организационных задач.

В июле 1942 г. в Новосибирске на совещании работников химико-аналитических лабораторий территориальных геологических управлений Комитета по делам геологии при СНК СССР было заслушано сообщение И.П. Алимарина "Общие вопросы об унификации методов анализа минерального сырья". Рассматривая причины погрешностей анализов,

докладчик отмечал, что «брак, несомненно, часто связан с неправильным, "на свой вкус" выбором методик анализа, внесением аналитиком собственных изменений и опусканием некоторых деталей анализа. Этот разнобой не позволяет сопоставлять между собой работу отдельных лабораторий, оценивать качество анализов, регламентировать погрешности и допустимые расхождения в их результатах. Такое положение может быть изжито только путем унификации применяемых методов анализа. Одновременно с унификацией должны быть вновь подвергнуты широкому обсуждению вопросы точности (надежности), верности и быстроты методов. Было предложено разделить методы на три категории по скорости точности: экспрессные, ускоренные и особо точные...

...Указанная классификация позволяет сэкономить время и средства. Надо сказать, что со стороны геологов нередко предъявляются слишком высокие требования к точности анализов. Это заставляет применять сложные и длительные методы. Точно так же и сами лаборатории применяют большей частью раз укоренившиеся методы, не считаясь с назначением анализов и при этом избирают возможно более точные для подстраховки методы.

Для того чтобы характеризовать методы, нужно установить допустимые границы отклонений. Составленные инструкции необходимо подвергнуть широкой проверке на практике. Унифицированные методики должны утверждаться компетентной комиссией при ВИМСе. Каждая пропись унифицированного метода должна характеризоваться цифрами, обосновывающими их точность... Методы, принятые и утвержденные, должны быть обязательными для применения во всех лабораториях геологических управлений».

Совещание одобрило изложенные положения и рекомендовало: провести работу по унификации методик; разработать таблицу допустимых расхождений; окончательное апробирование методов проводить в Научно-методическом совете при ВИМСе с дальнейшим утверждением в Комитете.

Потребовалось более 20 лет для того, чтобы высказанные и принятые предложения были организационно оформлены. Приказом Госгеолкома СССР был создан Научный совет по аналитическим методам (НСАМ) при ВИМСе с целью отбора и подготовки к утверждению прогрессивных количественных методов анализа минерального сырья, сбора материалов и подготовки предложений о допустимых отклонениях в анализах при внутрилабораторном контроле.

Деятельность НСАМ включала также координацию научно-исследовательских работ в области разработки методик и аппаратуры, предназначенных для анализа минерального сырья, созданию системы контроля и управления качеством аналитических работ, оценки состояния лабораторной службы отрасли с внедрением прогрессивных методов и аппаратуры, а также изучения потребностей производственных организаций в новых аналитических методиках.

Важным направлением деятельности совета явилась разработка общей схемы системы контроля и управления качеством аналитических работ, целенаправленно объединившей все

нормативно-технические документы (НТД) и средства контроля. В настоящее время система охватывает весь аналитический процесс, начиная от подготовки проб к анализу, выдачи результатов и контроля их качества, регламентируемый шестью отраслевыми стандартами и семью методическими указаниями. К числу НТД этой серии относятся также 360 отраслевых методик и 290 методик предприятий. В качестве средств контроля изготовлено и аттестовано 44 стандартных образца СЭВ*, 150 государственных и 157 отраслевых стандартных образцов элементного, фазового, изотопного и ионно-солевого состава. Интерес к указанным нормативным документам и стандартным образцам выходит далеко за пределы отрасли. Совет направляет их примерно ста сторонним организациям.

В результате координационной деятельности и рассмотрения на пленарных заседаниях планов и программ по аналитической проблеме на пятилетие усилилось внимание к развитию физических методов анализа, в частности резко возросли объемы научно-исследовательских и конструкторских работ по созданию ядерно-физических методов.

В производственных масштабах стали применяться рентгенорадиометрический и различные модификации активационного анализа (в первую очередь нейтронно-активационного), изменилась техника проведения радиометрических измерений. Завершилось становление атомно-абсорбционного метода, широко стали использоваться рентгеноспектральный анализ. Усиленное развитие физических методов изменило области применения химических, которые в первую очередь стали прецизионными, контрольными и методами фазового анализа.

В координационных планах и программах предусматривалось снижение предела определения элементов, увеличение многокомпонентности методик, повышение экспрессности аналитических приемов, повышение воспроизводимости и правильности получаемых данных. Это в свою очередь повлекло за собой переход на нетрадиционные, иногда принципиально новые источники возбуждения аналитических сигналов: ядерные, плазменные, лазерные, новые детектирующие и анализирующие устройства и системы (многоканальные сигнализаторы, управляющие компьютеры и ЭВМ).

Тенденция в развитии различных методов нашла отражение и в утверждении и выпуске инструкций. Если в первые годы работы совета химические методики составляли более 60%, то к 1990 г. из 323-х изданных инструкций лишь 133 приходится на химические, остальные - на оптический спектральный анализ, на ядерно-физические, рентгеноспектральные и на атомно-абсорбционные методы.

Развитие физических методов обострило внимание к их рациональному комплексированию, а также к контролю и управлению качеством аналитических работ, созданию стандартных образцов, что с 1976 г. нашло свое отражение в координационных

* Совет Экономической Взаимопомощи прекратил свою деятельность в 1991 г. -Примеч. сост.

планах. В настоящее время НСАМ активно участвует в разработке нормативных документов, аттестации методик и создании стандартных образцов в связи с постановкой геоэкологических исследований.

Приведенное выше далеко не исчерпывает того, что было сделано И.П. Алимариным для ВИМСа и аналитической службы в геологии. Будучи председателем Научного совета АН СССР по аналитической химии, И.П. Алимарин постоянно уделял внимание своему детищу в геологической отрасли.

ВОСПОМИНАНИЯ

В.В. Багреев

Я благодарен судьбе, подарившей мне, по счастью, на протяжении многих лет тесные контакты с моим большим учителем и другом Иваном Павловичем.

Первая встреча с ним хранится в памяти. Начало сентября 1953 г. Торжественно открываются новые здания МГУ на Ленинских горах. В осенний семестр этого учебного года на химическом факультете, впрочем, как, вероятно, и на других естественных факультетах, идут только лекционные занятия (практикумы наводят последний "марафет"). Мы, студенты 2-го курса химфака, приступаем к изучению неведомой для нас науки - аналитической химии. На лекционной кафедре Северной химической аудитории Иван Павлович, вполне молодой профессор - ему тогда только что исполнилось всего пятьдесят - в безукоризненном костюме с пикантным (определение скорее нынешних, чем тех времен) уголочком белоснежного платочка в нагрудном кармане пиджака. И именно он, этот безукоризненный уголок, по моим наблюдениям, действовал на сокурсниц неотразимо. Их влюбленность в профессора-лектора по аналитической химии была на порядок, на два выше, чем в лекторов по другим наукам - если она вообще была. Я это близко знаю еще и потому, что одна из сокурсниц, Рита Овчинникова, стала моей женой. Исключения, правда, могли быть - например, профессор математики Л.А. Тумаркин. Он поражал нас, студентов тех лет, способностью так преподносить высшую математику, что казалось: даже вооруженными до зубов химией без математической базы прожить мы никак не сможем.

Лекции по аналитической химии так и прошли (за очень редким исключением, когда Иван Павлович отсутствовал) под знаком "уголочка белоснежного платочка". И вот последняя на втором курсе лекция. Иван Павлович, помнится как сейчас, обратился к слушающим его студентам с великим, на мой взгляд, напутствием "на всю оставшуюся жизнь". Он сказал примерно следующее: "Дорогие друзья, жизнь ваша только тогда будет полной, когда подпирать ее станут три кита, три вещи. А именно, любимое дело, т.е. ваша работа; любимое занятие, т.е. "хобби" (словечко, вошедшее в моду гораздо позже) и любимый дом, т.е. "семья". Так уж получилось, что мне во многом удалось "проследовать" этому его напутствию.

Но я счастлив и тем, что жизнь меня с Иваном Павловичем сталкивала много раз после второго курса. На его кафедре я выполнил дипломную работу. В его лаборатории в ГЕОХИ мне удалось сделать и защитить кандидатскую диссертацию, и я горжусь, что на титуле ее значится: "Научный руководитель - член-корреспондент АН СССР И.П. Алимарин" (ибо в 1966 г. он был еще членом-корреспондентом).

В лаборатории Ивана Павловича я проработал по декабрь 1971 г., когда из недр ее отпочковалась в самостоятельную лабораторию группа его самого любимого ученика,

гордость которым пронес он до конца дней своих, лаборатория члена-корреспондента АН СССР Ю.А. Золотова.

И вот семидесятые годы. В это время набирает силу и во всеуслышание заявляет о себе Научный совет Академии наук СССР по аналитической химии. Иван Павлович - его председатель, я - ученый секретарь. Здесь контакты мои с Иваном Павловичем самые непосредственные, самые тесные. Отмечаю, с какой тщательностью готовились каждая из годовых сессий совета тех лет. Помимо выбора повестки дня и научного содержания заседаний, Иван Павлович считал всегда своим неременным долгом позаботиться во время сессии - будь то на химфаке МГУ, в академическом пансионате в Звенигороде или в знаменитом туристическом комплексе в Суздале - как будут размещены участники сессии, чем и где предполагается их кормить и как обстоят дела с обратными билетами. Иван Павлович больше, чем кто-либо другой из руководства научного совета заботился, чтобы на сессиях присутствовало как можно больше молодежи и представителей центральных заводских лабораторий крупных предприятий, так как считал, что их участие способно придать "свежесть" самим заседаниям.

Научный совет под руководством Ивана Павловича приобретал все больший авторитет как в академической среде (из обширного числа научных советов академии практически в каждом из годовых отчетов АН СССР наш совет подавался как один из самых действующих и действенных), так и перед Минвузами СССР и РСФСР, другими ведомствами, а также перед ВАК СССР. Нет необходимости подчеркивать, что все это в решающей степени определялось авторитетом, личным вкладом Ивана Павловича. На местах многое в этом плане сделали выездные заседания научного совета в Ригу (сентябрь 1976 г.), Одессу (октябрь 1977 г.), Ташкент (ноябрь 1978 г.), Ленинград (май 1979 г.). Только как пример - выездное заседание совета в Одессе. Новое руководство Физико-химического института АН УССР вознамерилось резко сократить шансы на дальнейшее развитие всемирно известной школы одесских химиков-аналитиков во главе с Н.С. Полуэктовым и В.А. Назаренко. Результатом этой выездной сессии и состоявшихся бесед Ивана Павловича с руководством института стало то, что аналитики Одессы смогли вздохнуть свободно. Постоянное внимание Ивана Павловича к развитию региональных отделений совета проявлялось и в его требовании обязательно включать в повестку дня очередной годичной сессии отчеты председателей отделений о работе, которую отделения смогли уже проделать.

Подготовка к годовым сессиям по инициативе Ивана Павловича всегда начиналась заблаговременно. Стремление хорошо к ним подготовиться и провести их основательно - неотъемлемая черта Ивана Павловича как председателя совета. И в своих требованиях к ученому секретарю, чтобы это все именно так и было, он был непреклонен. Задолго до очередной сессии И.П. Алимарин передавал к нам в секретариат тезисы своего вступительного слова, тщательно, до минут отработывались с ним повестка дня и регламент заседаний. Не могу не сказать, как осиротели наши сессии, когда академика Алимарина не стало.

Иван Павлович тепло относился ко многим своим ближайшим помощникам, сотрудникам, ученикам, трогательно о них заботился. Разумеется, о разных по-разному. Объектом особой заботы и гордости его на протяжении последних почти трех десятилетий всегда оставался Юрий Александрович Золотов. И это общеизвестно. Я хотел бы ограничиться только одним примером. За полтора-два года до приближавшегося пятидесятилетия своего любимого воспитанника Иван Павлович пригласил меня как заместителя заведующего лабораторией будущего юбиляра и вручил несколько исписанных его твердым синим фломастером листочков с обширной детальной программой подготовки и проведения предстоящего празднования (эти листочки сохранились). Не стану перечислять все пункты программы, отмечу только те из них, что имели прямое отношение к идее Ивана Павловича выпустить к юбилею книгу. По его замыслу, книга должна была стать своего рода итоговым отчетом воспитанников школы академика АН СССР Ю.А. Золотова о наиболее весомом вкладе этой школы в становление и развитие в Союзе экстракции как самостоятельного, важного и перспективного аналитического метода. И.П. Алимарин, прекрасно зная историю группы и лаборатории Золотова, определил главные моменты, которые необходимо было отразить в содержании книги, наметил список основных авторов, коих следовало привлечь (особенно это касалось бывших многочисленных иногородних аспирантов Ю.А. Золотова).

Вместе с Иваном Павловичем мы скрупулезно "отрабатывали" предисловие к книге. Он активно работал и над текстом нашей с ним и с О.М. Петрухиным совместной статьей "Теория экстракции хелатов", открывавшей книгу, внимательно и с интересом просматривал и правил рукописи статей. Книга "Теория и практика экстракционных методов" была издана летом 1985 г. По отзывам многих, она удалась. Иван Павлович искренне радовался выходу книги в свет и ее успеху. Хотя ему плохо удавалось скрыть досаду по поводу того, что в день рождения Ю.А. Золотова 4 октября 1982 г. мы смогли преподнести юбиляру только скромно оформленный "макет" будущей книжки, включавшей перечень разделов и статей и краткие их аннотации. Задержались некоторые авторы, задержалось издательство. Тем не менее книга существует, а я горд тем, что в ссылках на нее моя фамилия следует за фамилией Ивана Павловича в качестве одного из двух ее редакторов.

Иван Павлович. Еще так недавно с ним - изящным, как всегда, безупречным, интеллигентным - можно было пересечься где-нибудь на бесчисленных переходах ГЕОХИ или, постучав к нему в рабочий кабинет, услышать в ответ доброжелательное: "Да, да, войдите". Еще так недавно.

В гвоздиках утопает гроб.

И он лежит, в бессмертие шагнувший.

Как выражу я меру скорби, чтоб

В памяти сберечь Его подольше и получше.

Сменяется у гроба караул -

Друзья, соратники, сотрудники, студенты.

Речей прощальных неумолчный гул.
Все к месту тут и все пришлось к моменту.
По крышке гроба ударяет ком
Из каждых рук трагических и стылых...
Мы остаемся с памятью о Нем,
Но боль утраты пережить не в силах.

Т.А. Большова

Каждый из нас проходит длинный совместный путь со многими людьми, но только от немногих из них в большой степени зависит наша судьба, наш собственный путь. Мне повезло: большой отрезок жизни был связан с Иваном Павловичем Алимариным.

Наша первая встреча состоялась в конце августа 1962 г. В это время я вернулась на химический факультет МГУ, который раньше окончила. Кафедрой аналитической химии уже девять лет заведовал профессор, член-корреспондент АН СССР И.П. Алимарин, став преемником любимого всеми нами Е.С. Пржевальского. С того времени прошло много лет, но я до сих пор вижу элегантно одетого еще молодого человека с умными, живыми глазами и удивительно располагающей улыбкой, призывающей к сердечной откровенной беседе.

Первое впечатление не обмануло. Когда я рассказала Ивану Павловичу о себе, о странствиях после окончания кафедры аналитической химии, он сказал: "Мне кажется, вы придетесь ко двору, и мы подружимся. А теперь осваивайтесь на кафедре, потом мы с вами поговорим о вашей научной работе". Как много должно было пройти лет, чтобы он подтвердил эти слова! А в те годы со своей "ассистентской колокольни" я смотрела на Ивана Павловича как на божество - со страхом и трепетом. Когда прошло некоторое время и мне снова нужно было идти к нему для разговора о науке, я очень волновалась. Меня подбадривал мой друг и однокурсник, ныне покойный, профессор И.М. Гибало: "Да не бойся ты. Он человек очень добрый и простой, а уж если увлечется твоими научными соображениями, то считай - ты прошла самый строгий конкурс".

Когда началась наша беседа, я была поражена осведомленностью Ивана Павловича о моей недавней защищенной кандидатской диссертации по жидкостной хроматографии нефтепродуктов, о наших статьях по этим вопросам с профессором Г.Л. Старобинцем, моим научным руководителем. Эта беседа запомнилась мне, как и все последующие на протяжении многих, многих лет, когда я уже была его заместителем по научно-исследовательской работе. Они запоминались и всегда входновляли: у Ивана Павловича была невероятно острая интуиция, понимание нового в науке.

В то время он считал (и оказался прав), что хроматографический метод - метод разделения, анализа и исследования свойств веществ и их смесей - имеет большое будущее. Он мечтал расширить нашу маленькую лабораторию хроматографии, создав в ней несколько новых направлений. Тогда в лаборатории занимались главным образом ионообменной хроматографией. Иван Павлович предложил мне начать исследования в области

экстракционной хроматографии неорганических соединений - такие исследования в нашей стране практически не проводились.

Прошло несколько лет, и работы в этой области принесли нам, может быть, скромный, но определенный успех. Простота эксперимента, не требующего дорогого оборудования, позволяла проводить эффективное отделение и очистку веществ от ненужных примесей. Метод оказался весьма полезным в анализе чистых веществ и в радиохимии, его стали довольно широко использовать многие лаборатории страны.

Так началась наша совместная научная работа, которая продолжалась до последних дней жизни Ивана Павловича с полным во всех вопросах единодушием. Позже он скажет: "Не надо топтаться на одном месте. Нужно непрерывно думать, вести внутреннюю борьбу и поиск. Слышали ли Вы о хроматографии высокого давления?" "Конечно, слышала, но для этого нужны дорогие сложные приборы - жидкостные хроматографы", - ответила я. "Давайте их искать - добывать, и начнем использовать этот новый метод в неорганическом анализе. Что-то наши исследователи спят, а вот мы их и разбудим своими начинаниями". И действительно, наши начинания были подхвачены многими исследователями. Было защищено несколько кандидатских диссертаций в области высокоэффективной жидкостной хроматографии. Но особенно Иван Павлович гордился и радовался, когда на кафедре под руководством члена-корреспондента АН СССР Ю.А. Золотова начал успешно развиваться новый метод - ионная хроматография. Кафедра стала первой в нашей стране, которая участвовала в создании отечественных ионных хроматографов и первой по распространению этого метода во многих научных и заводских лабораториях страны. Завершением, я бы сказала - триумфальным признанием этого метода стала защита докторской диссертации О.А. Шпигуном и присуждение Государственной премии РСФСР сотрудникам кафедры Ю.А. Золотову, О.А. Шпигуну и О.Н. Обрезкову за достижения в этой области.

Чутье на перспективные идеи было у Ивана Павловича поразительным. Приведу еще пример из жизни кафедры. Вскоре после прихода к нам профессора Ю.Я. Кузякова с кафедры физической химии Иван Павлович начал буквально атаковать его своими идеями о применении лазеров для химического неорганического анализа, для определения металлов на уровне сотен их атомов. Созданная группа лазерной спектроскопии вскоре отпочковалась, и на ее базе, не без участия нашего академика, была создана новая кафедра лазерной химии под руководством Ю.Я. Кузякова, а в ней - лаборатория лазерной диагностики.

Иван Павлович предоставлял своим ученикам большую свободу действий. Так было и с любимым его учеником академиком Ю.А. Золотовым. Он считал, что самостоятельность в действиях ученого способствует максимальной его собранности, вырабатывает веру в свои силы и обеспечивает твердую позицию на сложном пути ученого. Он писал в своих записках, которых оставил много своим ученикам и близким вроде завещания и напутствий: "У ученого должно быть чувство гордости, собственного достоинства и вера в свои возможности принести на алтарь науки хоть крупицу злата...". И они приносили, веря в своего учителя и помня его наказы.

Иван Павлович умел разглядеть научный потенциал студента, дипломника, аспиранта. Он много беседовал с этим молодым человеком и давал ему решать такие научные задачи, которые вдохновляли, поддерживали будущего научного сотрудника. Так было с Ю.А. Золотовым, с В.М. Ивановым. Так было и с В.К. Руновым, которого Иван Павлович обожал, стараясь вовлечь в свою систему мышления. Спорили они с ним часами, причем оба очень серьезно готовились к таким встречам - научным семинарам на двоих. Иван Павлович часто говорил: "Если кандидат наук, ставший старшим научным сотрудником или доцентом, сам не нашел своего пути в науке и не рождает новых идей, никакой руководитель более высокого ранга не может создать творческого работника, он останется исполнителем чужих идей до конца своей жизни в науке". В В.К. Рунове он видел "изюминку научного мышления" и мечтал заставить его обобщить научные достижения в виде докторской диссертации. Думается, что В.К. Рунов, ныне ведущий научный сотрудник кафедры, один из заместителей заведующего кафедрой Ю.А. Золотова, помнит наказ учителя и выполнит его. Дай ему Бог! На радость пусть и ушедшего от нас учителя! Ах, если бы выполнить хоть часть его завещаний!

А как любил студентов наш академик! Здесь он проявлял весь свой демократический потенциал, загорался в разговорах с ними до запальчивости и, конечно, молодец на глазах! Когда студент входил к нему в кабинет, Иван Павлович как-то особенно бодро вскакивал из-за стола, протягивал ему свою доброжелательную руку, здоровался с ним и садился обязательно рядом. И пошла беседа... И никто не смел прерывать ее. Они говорили часами о научной работе студента, его интересах, и о стипендии, и о столовых, и о лекциях, и обо всем, что наболело.

Помню, как однажды, когда Иван Павлович был уже в преклонном возрасте, кажется, за несколько недель до кончины, к нему пришли два студента, и проговорили они больше трех часов. Мы все волновались, что академик устанет, да и другие дела ждали решения. Заглядывая в кабинет, я видела сияющее лицо академика и его радостные глаза... Разве можно прервать такие счастливые минуты?

А сколько раз он был спонсором праздника студентов, проводившегося традиционно на химфаке, - "Дня химика". И делал он это с великолепной простотой и тактом. А как любил выступать на встречах с абитуриентами, убеждать и зажигать веру в свою любимую науку - химию. Не зря он завоевал славу блестящего лектора с ярким дарованием. Этому можно было у него учиться, но достигают такого совершенства, увы, немногие.

Конечно, нельзя не вспомнить и бесчисленные инициативы Ивана Павловича по совершенствованию учебного процесса и на кафедре, и на факультете. Иван Павлович был удивительно современен в вопросах преподавания аналитической химии. Здесь он не просто выступал за новое, но и ломал часто традиционные представления, которые в свое время сам и культивировал. Так, реорганизуя спецкурсы в 70-х годах, он снял практикум по микрохимическому анализу. Что тут было! Обиды, слезы, упреки, но академик был неумолим. Интуиция его снова не подвела. Он понимал, что жизнь требует создания новых

курсов и практикумов, отвечающих современным задачам аналитической химии. Да и все сотрудники кафедры помнят, как шла в те годы перестройка общего студенческого практикума. С каким трудом, невероятными усилиями, "хождением по мукам" к ректору, декану выбивались деньги на закупку разнообразных приборов, которые тут же устанавливались в практикумах.

А как проходило всеобщее обучение преподавателей в белых халатах современным физико-химическим методам? Целая революция на кафедре. Он умел реализовать свои идеи, что невозможно без сплоченного коллектива единомышленников. И он умел объединить их, зажечь общей идеей, поставить перед каждым свою задачу. Особенно много трудностей в этом деле выпало на долю профессора И.М. Гибало, тогда еще полного сил и активности, его заместителя по всем вопросам. Много знаний и души вложили в эту трудную реорганизацию В.М. Пешкова, П.К. Агасян, председатель методической комиссии В.И. Фадеева и другие преподаватели. Но потом с какой гордостью и восхищением о перестройке практикумов, учебных программ рассказывал Иван Павлович всем членам совета химфака, водил всех желающих на экскурсии. Довольны были и студенты таким изменением программ преподавания аналитической химии. В восторге были преподаватели, приезжающие из других вузов на повышение квалификации. Но больше всего светились радостью глаза академика, когда он сам водил по новым практикумам приезжих преподавателей или гостей из-за рубежа.

Академик очень любил свою кафедру, дорожил ее добрым именем и был обеспокоен ее будущим. К каждому заседанию кафедры он тщательно готовился. На одном из последних заседаний он сказал: "Я выношу на обсуждение коллектива кафедры следующие вопросы: 1) Как представляет коллектив кафедры ее развитие до 2000 года? Пусть подумает каждый. 2) Что должно быть главным: педагогический процесс или наука, а если сочетание, то в какой пропорции? 3) Что определяет эффективность научного творчества? 4) Нужно ли объединение учебных и научных лабораторий? Наша задача - развитие кафедры, ее школы, научной проблематики, характера обучения студентов в сочетании с практикой в научных учреждениях и ЦЗЛ". И далее напутствие: "Внимание коллектива должно быть направлено на такие научные направления: 1) Развитие теоретических направлений, без которых невозможно эффективное научное творчество* и прогресс. 2) Развитие новых методов анализа, преимущественно быстрых, непрерывных и автоматических, с элементами роботизации, обеспечивающих высокую точность и чувствительность".

Он умел работать с присущей ему дотошностью и добросовестностью, вникая в самые казалось бы незначительные мелочи: его волновало и наличие реактивов для практикума, и здоровье лаборантов, и их настроение. Не оставался равнодушным даже к небольшому горю сотрудников. Отзывчив был необыкновенно. Всегда поддержит их словом или ласковым письмом, а то и деньгами.

Любил кафедральные капустники, где веселился от души и "ничто человеческое ему не было чуждо". Он умел работать и умел отдыхать. Любил природу и окружающих его

людей, обожал музыку. На отдыхе в санатории "Узкое" устраивал целые концерты из своих утонченно подобранных и превосходно записанных на стереокассетах произведений Чайковского, Моцарта, Шопена. Как он говорил: "Эти звуки для мечты и душевного успокоения". И еще: "В этих ариях мои мысли, сердце и душа, прошлое и настоящее, чудесное и тревожное...". Он сам радовался этим звукам и умел радовать многочисленных благодарных слушателей. Иван Павлович сочинял стихи, когда к этому располагали тишина, музыка и покой. Об академике можно рассказывать много и так долго, сколько он жил.

Он был выдающимся ученым, признанным во всем мире, и просто по-житейски мудрым человеком.

Время шло. Все труднее было академику. Все чаще приходилось заранее его готовить к предстоящему совещанию или согласовывать с ним один и тот же вопрос по нескольку раз. Вот он уже передал кафедру своему самому близкому и дорогому ученику - академику Ю.А. Золотову, вот он уже дал последнее (а кто это знал, что последнее?) интервью студентам... и вот он неожиданно в больнице. Навещать его нельзя. Каким-то чудом в больницу пробрался академик Ю.А. Золотов и был последним из близких, кто видел его живым.

17 декабря 1989 г. Ивана Павловича не стало.

В одной из характеристик на И.П. Алимарина, академика, русского, беспартийного, было сказано: "Большая человеческая доброжелательность, неиссякаемая творческая активность, культура в человеческих отношениях привлекают к нему большое число учеников. Все они благодарны ему..."

А я сердцем благодарна ему за мудрые житейские наставления, за поддержку в трудные дни мои, за умение выявить во мне что-то нужное для дела и поддерживать это выявленное долгие годы.

О милых спутниках, которые нам свет
Своим сопутствием для нас животворили,
Не говори с тоской: их нет,
Но с благодарности: были.

(В. Жуковский)

Л.А. Грибов

Автор этих воспоминаний не принадлежит к числу непосредственных учеников Ивана Павловича Алимарина и, более того, не является химиком-аналитиком. Судьба, однако, распорядилась таким образом, что мне пришлось ряд лет проработать в составе лаборатории Ивана Павловича в ГЕОХИ АН СССР. Об этом периоде моей научной жизни я вспоминаю с большой теплотой. И поэтому мои воспоминания об Иване Павловиче, прежде всего как о человеке, может быть покажутся интересными для читателей настоящего сборника, как взгляд наблюдателя со стороны.

Появлению моему в лаборатории Ивана Павловича предшествовали не совсем приятные для меня события. Случилось это в 1967 г., осенью. Перед этим я работал в

спектральной лаборатории, что гораздо более соответствовало роду моих научных занятий. Однако уже за несколько лет до перехода в лабораторию Ивана Павловича у меня начали обостряться отношения с тогдашним заведующим лабораторией. Сейчас несущественно, я был виноват в этом или заведующий, или здесь сыграло роль несходство характеров, научных принципов и темпераментов, но в одной берлоге нам стало жить трудно. В то время я пользовался, с разрешения директора А.П. Виноградова, правом свободного посещения института и старался бывать в нем не столь уж часто; это, несомненно, и способствовало тому, что за несколько лет я выполнил большой объем теоретической работы и сумел сформулировать ряд идей, которые и разрабатывались потом в течение многих лет и мной, и моими учениками.

Такая свобода поведения раздражала многих и, в частности, заведующего лабораторией. Он по разным поводам писал А.П. Виноградову многочисленные докладные записки. Я начал всерьез подумывать об уходе из института. Как раз в 1967 г. я получил звание профессора, а так как перед этим я уже год по совместительству заведовал кафедрой физики в Тимирязевской сельхозакадемии, то переход стал вполне реальным. В соответствующем заявлении я просил А.П. Виноградова перевести меня в любую другую лабораторию.

Вот тогда-то и "подвернулась" лаборатория Ивана Павловича, и я вместе с небольшой теоретической группой оказался у него.

Важно отметить, что все переговоры велись без меня и, как мне потом, через год, рассказал сам Иван Павлович, никакого энтузиазма у него не вызвали, так как у него обо мне уже сложилось мнение как о порядочном скандалисте.

Так началось мое знакомство с Иваном Павловичем, с которым у меня, несмотря на неблагоприятные предпосылки, сложились самые наилучшие отношения. Я думаю, что главная причина этого заключалась в том, что, будучи сам личностью и не испытывая комплекса неполноценности, Иван Павлович спокойно и даже с известным интересом наблюдал около себя другого независимого человека. Конечно, на первых порах (повторяю, это мне сам Иван Павлович говорил через год) он относился ко мне настороженно, ожидая все же какой-то пакости, но быстро разобрался и одарил меня, я не рискую сказать, своей дружбой (надо помнить разницу лет и то, что я не был его непосредственным учеником), теплом и вниманием.

Я же со своей стороны получил возможность спокойно работать, не тратя нервную энергию на склоку. Именно поэтому я и вспоминаю довольно длительный (около 10 лет) период своей жизни в лаборатории Ивана Павловича как очень светлый и для меня в высшей степени полезный. Со временем наши отношения укрепились и стали доставлять удовольствие обеим сторонам. Не только тогда, когда я был в составе лаборатории Ивана Павловича, но и потом, когда получил свою, я любил приходить к Ивану Павловичу в кабинет "потрепаться". Думаю, что и для хозяина кабинета наши беседы, которые иногда продолжались по два-три часа, были приятными и интересными, иначе зачем было тратить

на это время?

Разумеется, мы, будучи учеными разных направлений, не обсуждали какие-то конкретные вопросы моей или его науки. Но для меня было очень интересно слушать рассуждения Ивана Павловича о науке вообще, о ее развитии, рассказы о крупных проектах, в которых ему за свою долгую жизнь приходилось участвовать, об отдельных ученых, о научной этике и т.д. Кстати, Иван Павлович никогда не пытался использовать "право первой ночи" и приписаться к какой-нибудь из моих работ, что, к сожалению, в наше время стало правилом у многих заведующих лабораториями и директоров институтов. Например, академик С. не стеснялся поставить свое имя в статьях по квантовой химии, написанных сотрудниками его института, хотя я очень сомневаюсь, чтобы он знал хотя бы основные термины этой области науки. Напротив, несмотря на то что Иван Павлович и очень этой областью интересовался, и много меня о ней расспрашивал, и старался подтолкнуть к решению некоторых прикладных вопросов, однако это был естественный интерес ученого, который хочет составить представление о возможностях новой области науки, о тех допущениях и ограничениях, которые ей свойственны, о перспективах и т.д.

По-видимому, мои ответы на вопросы его удовлетворили, и он почувствовал, что квантовая химия может быть полезной как химии вообще, так и аналитической химии в частности. Все это имело то продолжение, что Иван Павлович предложил мне прочитать специальный курс лекций по квантовой химии для слушателей факультета повышения квалификации МГУ. Это я и делал в течение трех или четырех лет. В результате у меня возникла идея написать учебник по квантовой химии. Хотя эта идея мною до сих пор не реализована, но я надеюсь все же такой учебник подготовить.

Очень поддерживал Иван Павлович и мои работы по созданию общей теории и конкретной реализации экспертных систем для диагностики и оценки строения сложных соединений. Надо сказать, что Иван Павлович был едва ли не первым из аналитиков в нашей стране, кто понял перспективность этого направления. Я уверен, что ему было приятно сознавать, что важные для этой области работы были выполнены сотрудником его лаборатории. Помню, как он с удовольствием показал мне письмо одного из ведущих в мире аналитиков проф. Малиссы (Австрия), автор которого высоко отзывался о наших исследованиях и выражал свое удовлетворение тем, что эти работы были сделаны именно в лаборатории Ивана Павловича.

Что очень показательно для широты взглядов Ивана Павловича - это то, что, хотя целый ряд моих исследований никак уж к аналитической

химии отнесены быть не могли, мне ни разу не было высказано никакого упрека по этому поводу. Иван Павлович, подобно Александру Павловичу Виноградову, вполне допускал, что сотрудник его лаборатории может заниматься каким-то своим делом и не смотрел настороженно по сторонам, дабы ересь в стены храма не проникла. Критерием здесь было только одно: работы должны быть хорошими.

Я не преувеличу, если скажу, что именно такое отношение Ивана Павловича ко мне и

моей маленькой группе во многом способствовало моему развитию как ученого, так как я получил возможность достаточно свободно выбирать область своих исследований.

За это я ему бесконечно благодарен и всегда буду вспоминать его с хорошим чувством. Мир праху его и вечная память!

Е.Н. Дорохова, В.И. Фадеева

Деятельность Ивана Павловича Алимарина была необычайно многогранной, и к любой своей обязанности, будь она связана с научной, педагогической или общественной работой, участием в многочисленных комиссиях, написанием книг и статей, выступлениями в самых разных аудиториях, он относился исключительно добросовестно, неформально и всегда с уважением. Но одна из сторон его деятельности заслуживает особого упоминания - это чтение лекций студентам. Лекторскую работу Иван Павлович считал, пожалуй, своей главной обязанностью и, как мы точно знаем, неиссякаемым источником удовольствия. Он любил читать лекции, и это объяснялось просто: он много знал, а знаниями всегда хочется поделиться, и, главное, он был артистической натурой. Лектор - всегда артист. Только сочетание глубоких знаний и артистизма обеспечивают успех выступления в студенческой аудитории.

В древности лекция была просто диктантом (само слово ведет происхождение от "lecture" - читать), она заменяла учебник, да и объем информации был не слишком велик. Но когда по каждому предмету и даже отдельным разделам появилось множество учебников, монографий и пособий, а информационный бум стал реальностью, лекция превратилась в качественно новый вид учебной работы. Она призвана быть ориентиром в море информации. Лектор как бы дает скелет того или иного вопроса, его структуру и логику, а массу конкретных сведений слушатель может привлечь сам в процессе самостоятельной работы с литературой. В то же время лекция не должна превращаться в сухую схему. Конкретный живой материал в виде примеров, демонстраций опытов, таблиц и рисунков должен присутствовать - без этого лекция мертва. В отличие от учебника, который включает только устоявшиеся представления и, следовательно, всегда немного отстает от передового фронта науки, на лекциях можно отразить новейшие достижения в той или иной области, изложить новые, пусть даже непроверенные, но интересные факты. "Лекция должна будить мысль" - эти слова Иван Павлович часто повторял.

И.П. Алимарин еще в пятидесятые годы создал свой общий курс лекций по аналитической химии, который в то время включал в основном химические методы анализа. Он читал его сначала в Институте тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова, а затем с 1953 г. на химическом факультете Московского университета. У него были свои принципы построения лекций, которым он всегда следовал. Так, каждая его лекция всегда была посвящена какой-то одной теме, он не допускал переноса части материала на другой раз, считал, что каждая лекция - это самостоятельное законченное произведение. Любую лекцию Иван Павлович начинал с исторических сведений, но не обходил и современных

ученых, упоминал иногда даже о диссертации, защищенной накануне, если она имела хоть какое-то отношение к излагаемой теме. На заключительной лекции он всегда уделял последние десять минут прощанию со студентами курса, излагая свое понимание роли лекции и роли педагога в формировании будущего ученого, как бы свое педагогическое кредо, которое всегда выслушивалось с большим вниманием и заканчивалось аплодисментами. Еще одна отличительная черта его лекций - он придавал большое значение наглядности материала - демонстрациям опытов, рисункам и т.п.

На наш взгляд, наиболее удачными были лекции "Образование осадков" и "Чистота осадков" в разделе "Гравиметрический анализ". Задолго до выхода в СССР зарубежных учебников И.П. Алимарин выстроил схему образования осадка на основе кинетики формирования и роста зародышей кристаллов, привлек массу примеров, придумал или взял из литературы эффектные демонстрации (опыт по соосаждению радиоактивного кобальта с тетрароданомеркуриатом, опыт Гордона - гомогенное осаждение диметилглиоксимата никеля в виде кристаллов и другие). Мы долгое время хранили записки от студентов, полученные после этих лекций ("Спасибо за прекрасную, интересную лекцию. Ваши ученики", "Спасибо за красивую лекцию. Благодарные студенты" и т.п.). Сам Иван Павлович больше всего любил лекцию "Органические реагенты в аналитической химии", хотя, на наш взгляд, она была менее удачна, чем остальные. В то время эта тема была новой, а Иван Павлович с его потрясающей интуицией предугадал значительную роль органических реагентов в химическом анализе. И стремился донести это до слушателей.

Но И.П. Алимарин не только был сам блестящим лектором, он умел слушать других лекторов, оценить чужую лекцию, доброжелательно покритиковать и, главное, помочь. Особенно внимателен он был к молодым лекторам. На кафедре аналитической химии МГУ время от времени проводились пробные лекции молодых педагогов. Разбор лекции Иван Павлович всегда начинал словами: "Прежде всего скажем, что лекцию он (или она) прочитал хорошо (или блестяще)". А затем уже шла критика. Он щедро делился опытом. У многих наших лекторов (уже немолодых сейчас) сохранились его записки с рекомендациями, замечаниями, он делился со всеми своими записями, примерами, рисунками.

Авторы этой статьи в течение двадцати лет (В.И. Фадеева с 1953 по 1963 г., а Е.Н. Дорохова с 1963 по 1973 г.) были лекционными ассистентами И.П. Алимарина, поэтому могли много лет наблюдать его отношение к лекторской работе, подготовку и т.д.

Лекции по аналитической химии на химическом факультете МГУ всегда были по средам, но уже в понедельник, отложив все дела (а к Ивану Павловичу всегда стремилось множество народу по разным вопросам), он обсуждал с лекционным ассистентом план лекции и демонстрационный материал. Не было случая, чтобы он забыл принести конспект. Вторник он целиком посвящал подготовке, читал журналы и новые книги, вносил изменения и проговаривал весь текст, а вечером лекционный ассистент звонил ему, докладывал о своей готовности. В день лекции он приходил на час раньше, никогда не назначал на утро заседаний, разговоров и т.п. Мы же заходили к нему за 20-30 минут до лекции, просто чтобы

еще раз подтвердить, что все в порядке, и забрать дополнительный материал (книги, рисунки).

Иван Павлович был аналитик, и, может быть, это определило его необычайно строгое, прямо-таки болезненное отношение к внешней стороне лекции, ко всему, что касалось оформления аудитории, выполнения эксперимента, своей внешности, да и нашей тоже (белоснежный халат, высокие каблуки). И правильно, тщательность и аккуратность - залог успеха работы аналитика. Весь демонстрационный стол покрывали белой бумагой, каждая склянка с реагентами и сосуды были снабжены этикетками с красивыми надписями, посуда должна была сверкать чистотой, все предметы следовало расположить красиво, симметрично: обычно книги и журналы по теме лекции - справа от кафедры, демонстрационный материал - слева. Иван Павлович сам сконструировал несколько полезных приспособлений - держатели, экраны и др.

В перерыве и после лекции мы обсуждали с ним удачу и неудачу лекции. Он внимательно выслушивал все замечания и пожелания, нам не страшно было спорить с ним, он даже любил, когда мы не были согласны с ним, он любил спорить.

Лекции ежегодно кроме студентов химфака слушали двадцать-тридцать преподавателей из разных вузов для повышения квалификации. Многие из них просили переписать опыты, срисовать таблицы. Сейчас смешно вспоминать, но у нас пропало несколько тетрадей с записями демонстраций. После очередной пропажи Иван Павлович предложил нам написать пособие "Демонстрационный эксперимент на лекциях по аналитической химии". Для нас это был первый опыт написания книг, незабываемая учеба. Вспоминается, как, собрав весь материал, мы пришли к Ивану Павловичу. Он запер дверь, чтобы нас не отвлекали, мы все уселись не за парадный рабочий стол академика, а за маленький круглый столик и начали работать. Иван Павлович на глазах помолодел, шутил, смеялся, он был счастлив и не скрывал этого. Он научил нас азам написания книг: правильной рубрикации и соблюдения соподчиненности и единообразия, расположению материала и т.д. Мы разработали структуру книги и глав, ввели краткие теоретические введения. Иван Павлович сам написал несколько разделов и проработал буквально каждую строку написанного нами. Он был опытным и исключительно добросовестным редактором, замечал все неточности, иногда интуитивно чувствовал неправдоподобие опыта, и проверка, как правило, подтверждала его правоту. Порой нас даже раздражала его, на наш взгляд, чрезмерная "ловля блох". Помнится, какой скандал он учинил нам, когда на рисунке было написано $\text{Fe}(\text{SCN})_3$, а не $\text{Fe}(\text{NCS})_3$, как он этого требовал. Этой оплошностью он корил нас долгое время. После выхода пособия он внимательно проштудировал его еще раз, выявил массу неточностей и погрешностей; это учтено при выпуске издания на английском языке.

Нам и сейчас приятно слышать, что пособие оказалось полезным, мы получили много благодарностей от педагогов страны. Вот и недавно случайно натолкнулись на маленькую заметку в "Химии и жизни" (№7, 1991 г.), в которой автор, описывая наш опыт с окислением кобальта в аммиачной среде кислородом, ссылается на пособие и говорит, что

много раз повторял этот опыт и всегда с успехом. Значит, наша работа не пропала даром, раз она и сейчас нужна людям.

Со временем содержание предмета аналитической химии существенно изменилось: возросла роль физических и физико-химических методов, метрологии, методов разделения. Это не могло не отразиться на содержании общего курса лекций. Иван Павлович сумел значительно модернизировать старую часть курса, сократив многое, в том числе и демонстрации, но он не брался за чтение инструментальных методов.

С приходом новых лекторов демонстрации были устранены. Это, может быть, правильно - новое время, новый стиль, нехватка времени, упор на самостоятельность студентов. Но мы и уверены, все, кто слушал лекции в МГУ, не смогут забыть, как Иван Павлович, красивый, стройный, элегантный, с белым платочком в кармашке и звездой Героя Социалистического Труда на груди, выходит в Большую химическую аудиторию, заполненную студентами и преподавателями, подготовленную к торжественному событию - чтению лекции, как он начинает говорить хорошо поставленным голосом, слышным без микрофона, как он умело распределяет время, четко, красиво и быстро пишет на доске, поддерживает контакт с аудиторией, как он волнуется в начале лекции и особенно перед выполнением опыта. Может быть, это ностальгия по старому? Наверяд ли.

Ю.А. Золотов

В Московский университет Иван Павлович Алимарин пришел осенью 1953 г., когда я был студентом четвертого курса. Он стал читать нам, студентам-аналитикам, какой-то спецкурс; помню, как мы обсуждали произнесенную новым заведующим кафедрой фразу о том, что нам предстоит быть "командирами производства". Фраза была явно принесена из готовившего инженеров Московского института тонкой химической технологии, где до этого работал Иван Павлович, к университету относилась меньше, но она ласкала наш слух, и мы возгордились. Однако лучше в памяти отложился первый прямой разговор с И.П. Алимариным, когда через год, 7 сентября 1954 г. я пришел к профессору и попросил дать мне тему дипломной работы.

- Мне хотелось бы делать эту работу под Вашим руководством, -сказал я.

Иван Павлович предложил разработать экстракционный метод разделения урана и ванадия. Эта беседа с будущим академиком имела впечатляющие последствия: экстракцией я занимался потом не менее тридцати лет и столько же, и даже больше, работал под руководством И.П. Алимарина. С этого момента он всегда был моим шефом, боссом, опекуном, прямым начальником. После дипломной работы Иван Павлович руководил выполнением моей кандидатской диссертации (в ГЕОХИ) и был консультантом по докторской. Я был его заместителем чуть ли не везде - в лаборатории ГЕОХИ, редакции "Журнала аналитической химии", Научном совете АН СССР по аналитической химии, в разных комиссиях, оргкомитетах и рабочих группах.

У Аристотеля есть такие слова о счастье: "...Некоторые отождествляют со счастьем

удачу, в то время как другие - добродетель". И тут же: "...Счастье - это определенного качества деятельность души..." ("Никомахова этика"). Слова эти в полной мере относятся к академику Алимарину.

Последний раз Иван Павлович ездил за границу в 1980 г. А потом на конференциях и конгрессах, симпозиумах и семинарах, где собирались химики-аналитики, зарубежные коллеги старшего поколения о нем спрашивали. Как профессор Алимарин? Здоров ли, продолжает ли работать или на пенсии? И передавали ему добрые пожелания. Очень часто. И очень многие.

В нем чтили ученого, его уважали как полпреда нашей аналитической химии, любили за искренность, эмоциональность, чуткую реакцию на все, за умение быть внимательным. Надо было видеть, как они обнимались со старым другом Рональдом Белчером, создателем крупнейшей английской школы аналитиков. Не очень хорошо владея иностранными языками, Иван Павлович сумел в 60-70-е годы вывести наших специалистов по аналитической химии на международную орбиту, не в последнюю очередь за счет своего обаяния. Но все-таки главным образом - благодаря авторитету ведущего аналитика-профессионала.

В свое время, предварительно оглянувшись по сторонам, негромко рассказывал Иван Павлович, как ездил в конце сороковых годов в Челябинскую область, на главное атомное предприятие, теперь всем известный комбинат "Маяк". Окна в вагонах задраены наглухо. Поезд долго таскают взад-вперед, чтобы запутать, чтобы нельзя было понять направление движения. Многочисленная охрана в форме и без нее. Тогда еще кандидат наук, но опытный химик И.П. Алимарин был привлечен к решению задач создания атомного оружия. Контроль состава, определение степени чистоты ядерных материалов, особенно урана, - это была проблема исключительной важности и трудности. Помощником И.В. Курчатова по химическому анализу был А.П. Виноградов, будущий академик и вице-президент АН СССР; он-то и привлек Ивана Павловича к этим делам.

Но об этих тайных поездках ученые других стран не знают и сейчас. Чтобы сделать имя Алимарина широко известным, достаточно было других его дел. Почти все его дела, включая, впрочем, и анализ атомных материалов, касались одной проблемы - определения ничтожных содержаний примесей в веществах высокой чистоты. И именно успехи в этой сфере так называемого "следового анализа" в значительной мере определили репутацию отечественной аналитической химии и известность ее лидера.

В долгой жизни академика Алимарина отразилась история аналитической химии двадцатого века. Чисто химические методы 20-50-х годов, "мокрая" химия, когда все или почти все реакции осуществляют в водных растворах. Затем фотометрические и полярографические методы анализа - расширяется инструментарий аналитика. Уже в первые послевоенные годы, на фоне успехов ядерной физики - радиоактивационный анализ. И.П. Алимарин вместе со своим учеником Ю.В. Яковлевым были первыми, кто широко поставил этот метод в нашей стране. В лабораторию радиохимии Института им. Вернадского в 50-х

годах стали приезжать учиться этому методу - из разных мест нашей страны, из стран Восточной Европы, из Китая. Потом - многочисленные методы разделения веществ - экстракция, хроматография. Еще позже - компьютеры, лазеры, плазменные методы.

В 80-е годы И.П. Алимарин дал интервью многотиражке "Московский университет". Курсивом - цитаты оттуда.

"В 50-е годы главным орудием химика были аналитические весы, пробирка, колба, бюретка, воронка. Сейчас у нас имеются очень сложные аппараты - хроматографы, полярографы, атомно-абсорбционные спектральные приборы".

"У нас" - это в Московском университете.

Одна из любимых тем Алимарина - создание и использование органических аналитических реагентов, и многие сотрудники кафедры были с ней связаны. Однако постепенно она шла на убыль, уступая место современным инструментальным методам анализа.

У Алимарина было чутье на новое, он быстро подхватывал оригинальные идеи и подходы. Однажды, это было, видимо, в конце пятидесятых или начале шестидесятых годов, он вернулся из Польши, где побывал в лаборатории профессора В. Кемули. Там увидел новинку, это был способ химического анализа, который потом назвали амальгамной полярографией с накоплением, а теперь называют инверсионной полярографией. Заведующий кафедрой сразу призвал сотрудников, занимающихся электрохимическими методами анализа, рассказал им о работах Кемули и убедил заняться новым делом. А вскоре поддержал создание специальной лаборатории в Томске. Сейчас вклад советских аналитиков в инверсионную полярографию высоко оценивается во всем мире.

Учителей он почитал всегда, о профессоре К.И. Висконте, который ввел его в науку, говорил с уважением и признательностью. Может быть, с этим связано и его отношение к своим ученикам.

К тем относительно молодым сотрудникам, которых он считал способными и перспективными (это, кажется, всегда были мужчины), Иван Павлович питал слабость. Академик не жалел на них души; а душа его была деятельной. Он был даже склонен переоценивать и перехваливать любимых своих помощников, особенно в публичных выступлениях и даже в студенческих лекциях. Это не нанесло вреда ученикам; наоборот, похвала стимулировала, высокие оценки вдохновляли; надо было доказывать "соответствие".

Правда, к ученикам своим, особенно в последние годы жизни, И.П. Алимарин довольно легко причислял многих, даже тех, кто просто слушал его лекции или кончал возглавляемую им кафедру. Иван Павлович обрадовался, когда однажды тогдашний вице-президент АН СССР Ю.А. Овчинников сказал, что тоже считает себя его учеником.

Главный наш химик-аналитик был уверен, что с учениками ему повезло, некоторыми он гордился. Без злорадства, но с чувством удовлетворения сравнивал себя с другими академиками-ветеранами, обращая внимание на то, что школы сложились не у всех. Что некоторые крупные химики, уверовав в свое постоянное присутствие и незаменимость, не

только не пестовали преемников, но и делали все, чтобы никакого намека на преемников не было... Иван Павлович, создавший школу, считал, что выполнил свою миссию. Это наполняло его жизнь светом и оптимизмом.

"Мне бы хотелось, чтобы наши студенты полюбили всей душой свою специальность. Наука может открыть свои тайны только тем, кто ее страстно любит, отдает ей все, что у него есть".

Сам Алимарин был страстен в деле. Он искренне и открыто радовался каждому успеху; об успехах узнавали все. Он потратил много нервной энергии, переживая неудачи или обиды; о них тоже знали многие.

"Я очень люблю музыку, особенно классическую. Конечно, я и Окуджаву послушаю, и Высоцкого, у меня есть их записи. Но это не так созвучно, видимо, моей душе. Мне близок прежде всего Чайковский, портрет его дома висит. Любимые композиторы Бетховен и Шопен".

Музыка была не единственным его ненаучным увлечением. Любил рыбачить на Оке, где снимал дачу, много фотографировал. Рассказывал, как ловил лещей на быстром течении. Автомобиль сам никогда не водил, хотя машину всегда имел. Три раза в году отдыхал с женой Зоей Васильевной в санатории "Узкое", любил тамошнюю компанию с ее налетом элитарности. Там удавалось читать художественную литературу.

У И.П. Алимарина было много орденов, в том числе орден Красной Звезды, хотя он не воевал и был человеком сугубо гражданским, и четыре ордена Ленина. В 1980 г. стал Героем Социалистического Труда. Но источником душевного равновесия были, конечно, не многочисленные знаки общего внимания, а собственное сознание, что делаешь дело. И сделал дело.

Давая, больше приобретаешь - как часто мы забываем эту мудрость. Академик Алимарин не забывал. Он жил по этой формуле.

Помню множество эпизодов, связанных с Иваном Павловичем, сохранилось немало его записок, заметок, отзывов. Он сам часто рассказывал о случае моей внезапной болезни, когда мы вдвоем были в Вене. Внезапно поднялась температура чуть ли не до сорока, я лежал пластом, Иван Павлович всполошился. Сделал он две вещи: дал мне таблетки хинина с анальгином ("зеленые таблетки", в которые он очень верил) и помолился за меня в венском кафедральном соборе Св. Стефана. Не знаю, что было важнее, но на следующий день температура была нормальной, и я встал на ноги.

А в 1966-м, кажется, году мы делегацией уезжали в Будапешт на конференцию по аналитической химии. Академик был руководителем делегации, я - секретарем. Билеты были на поезд, который уходил с Киевского вокзала. Галя (жена) меня провожала, но я долго собирался, времени оставалось в обрез. Как назло, такси возле дома никак не удавалось поймать. Решили, что поедем на автобусе, еще можно было успеть. Так и сделали, но где-то около МГУ автобус сломался. Уже в невероятном напряжении мы на каком-то другом транспорте добрались наконец до вокзала. Я влетел в вагон - успел! - за минуту или меньше

до отправления поезда. Выражение лица главы делегации трудно передать: между прочим, у меня были документы и деньги на всю команду.

Если пытаться (задача практически неосуществимая) охарактеризовать человека одним единственным словом, то в отношении Ивана Павловича это должно быть слово "обаяние". Он был обаятелен и таким останется в памяти у всех, кто его знал, кто с ним вместе работал.

Б.Я. Каплан

С Иваном Павловичем Алимариным я познакомился в 1952 г. Он принимал у меня вступительный экзамен по аналитической химии в аспирантуру Всесоюзного института минерального сырья.

Время было сложное, самый разгар борьбы с "космополитизмом". Диплом МГУ с отличием и удостоверение инвалида Отечественной войны не помешали мне 10 месяцев проходить без работы после окончания университета, не быть принятым в аспирантуру МГУ и Института химической физики АН СССР, в котором я выполнил дипломную работу. В обоих случаях мне для верности поставили на вступительных экзаменах по одной четверке. Такой отметки я не получал за все время учебы в гимназии и лицее в межвоенной Польше, в десятилетке и вузах СССР. Очень меня огорчила четверка на вступительном экзамене по химии, которую мне выставил за безупречный ответ тогда еще молодой академик, одновременно поставив за троечный ответ пятерку моей бывшей сокурснице, никогда не блиставшей избытком знаний. До того дня я не представлял себе, что большой ученый может подчинить свою совесть указаниям сверху.

Профессорский коллектив химического факультета МГУ в конце сороковых годов был насыщеннее членами Академии наук по сравнению со всеми другими факультетами МГУ. Я всегда предпочитал сдавать экзамены в МГУ ведущим ученым и, пока учился в университете, никогда не сталкивался с несправедливостью при экзамене. Таким образом, к тому дню, когда я познакомился с Иваном Павловичем, у меня уже были неплохие эталоны сравнения.

Для моего экзаменатора 1952 г. был кануном больших перемен в жизни. Через год ему предстояло стать членом-корреспондентом Академии наук СССР, завершить свою тридцатилетнюю работу в ВИМСе, выпестовавшим его как ученого, обменять кафедру в МИТХТ на кафедру аналитической химии в ведущем вузе страны.

Я не помню, какие точно вопросы мне были заданы на том экзамене, но отлично помню ту атмосферу, в которой экзамен проходил. Иван Павлович дружелюбно и взыскательно выявлял границы моих знаний, зондировал их глубину, оценивал сообразительность и быстроту реакции, одновременно делясь своей, казалось бы, беспредельной эрудицией, своим видением проблем. Такой экзамен обогащает больше, чем два десятка лекций. Честно говоря, химиком-аналитиком я стал поневоле. В МГУ стремился

к более сложным областям химии. Именно на том экзамене Иван Павлович ярко показал мне, что аналитическая химия - это настоящая наука - нелегкая, но очень нужная.

В том году я в аспирантуру так и не попал. Не подействовали три пятерки на вступительных экзаменах, не помогло своеобразное гарантийное письмо Московского геологического управления, обязавшегося обеспечить мне возможность выполнения экспериментальной части диссертации в лаборатории управления, в которой я работал. По моему письму с жалобой "родному отцу и учителю" (o sancta simplicitas!) я был вызван к заместителю начальника Управления руководящих кадров Министерства геологии СССР, которое не утвердило решение приемной комиссии ВИМСа о моем зачислении в аспирантуру. В министерстве мне полтора часа объясняли, какую оплошность допустил директор ВИМСа, разрешивший мне сдавать вступительные экзамены в аспирантуру, хотя я не подходил институту "по профилю".

Через два года, в оттепельном 1954 г. меня приняли в аспирантуру ВИМСа "на ура", как жертву режима. Я и тогда сдавал вступительные экзамены, но аналитическую химию я уже сдавал не Ивану Павловичу, и, хорошее познается в сравнении, я искренне посочувствовал моей новой *alma mater*. Незаменимых людей нет, но есть такие люди, заменить которых очень нелегко.

Второй раз я сдавал Ивану Павловичу экзамен лишь через двадцать лет. В 1971 г. по явному нажиму сверху ликвидировали в Гиредмете сектор, которым я руководил. Истинная причина - один из руководителей секторов института, проработавший в нем, правда, немногим больше года, захотел поменять страну постоянного жительства. Я решил компенсировать хотя бы материальный урон и подал заявление о предоставлении мне творческого отпуска для завершения докторской диссертации. Директор института чувствовал себя неловко. На заседании научно-технического совета он очень высоко оценил мою научную деятельность, хотя я уверен, что он не знал ее подробностей. Мне предоставили трехмесячный творческий отпуск. Месяц я пропадал в библиотеках. За оставшееся время напечатал текст диссертации, затем пришел к Ивану Павловичу и попросил принять мою диссертацию к защите.

Перед самой предзащитой один из рецензентов рукописи моего труда сказал мне: "Учтите, Ивану Павловичу кто-то пожаловался, что основной прибор, на котором будто бы выполнена экспериментальная часть вашей диссертации, получен вами совсем недавно". Тогда я еще не знал, что рукопись докторской диссертации - это отличный индикатор на недоброжелателей. Бодрости духа мне это сообщение, конечно, не прибавило. К тому же я недостаточно четко представлял себе шкалу ценностей аудитории. В отличие от моего прикладного института, здесь во главу угла ставили вопросы теории. С ответами на многочисленные вопросы я все же справился. Выручили школьные знания, полученные на уроках дискуссии, которая входила в программу обучения лицеистов. Выручили доброжелательность, такт, авторитет председательствующего - академика И.П. Алимарина. До сих пор удивляюсь, как вежливо он меня спросил под конец: "Но вы все же объедините

библиографию в один список?". Ведь это необходимо было сделать еще до представления диссертации к предзащите. Я знал об этом, но не хватило творческого отпуска. До сих пор восхищаюсь, как Иван Павлович, можно сказать, исподволь довел до моего сознания необходимость полного изменения порядка изложения моей диссертации на ее окончательной защите. Эта предзащита была своеобразным экзаменом на восприятие, на понимание обстановки. Трудно переоценить роль лоцмана - Ивана Павловича в сдаче мною этого экзамена.

Апостериори восхищает оперативность Ивана Павловича. Правда, представляя диссертацию на его суд, я еще не знал, что, не пройди я всю предварительную экспертизу диссертации за короткое время, не оформи ее безотлагательно в окончательном виде, не принял бы ученый совет ГЕОХИ мою диссертацию к защите до летних каникул 1972 г. и мне пришлось бы практически переписать диссертацию, сократив ее процентов на 40. Я тогда еще не мог знать, что на диссертации, не принятые к защите к июлю 1972 г., распространятся требования нового "Положения" ВАК СССР. Я не знал, но Он, по-видимому, знал. Я испытал и испытываю глубокую благодарность Ивану Павловичу за его помощь при защите моей докторской диссертации.

Мне иногда приходилось слышать, что Ивана Павловича трудно переубедить. Полюбит, мол, то надолго, невзлюбит - так же. По меньшей мере дважды мне пришлось удостовериться, что Ивана Павловича переубедить можно, лишь бы твои доводы были обоснованными. В обоих случаях я не мог удержаться и не возразить против чересчур эмоциональной критики, которой Иван Павлович подверг соискателей докторской степени на защитах их диссертаций. Ивана Павловича никак не задели мои выступления. Наоборот, он был, кажется, рад. Трудно бывает доброму человеку скрыть свою доброту.

Я не знаю, испытывал ли ко мне Иван Павлович ответную любовь. Мы встречались не столь уж часто, а беседовали по душам еще намного реже. Правда, такие беседы надолго западали в душу. Помню часовую беседу а корме туристического парохода вблизи Одессы. Мы тогда долго беседовали об А.И. Бусеве. Инициатором разговора был, конечно, Иван Павлович. Среди аналитиков тогда ходили слухи, что между Иваном Павловичем и Алексеем Ивановичем сложились непростые отношения. Услышали бы распространители этих слухов, с каким волнением, каким сочувствием и болью Иван Павлович говорил об ухудшающемся здоровье Алексея Ивановича, о том непоправимом, что неизбежно предстояло. Тогда же мы долго говорили о необходимой ротации кадров на университетской кафедре Ивана Павловича. Поражала глубина сопереживания академика со своими многолетними сотрудниками.

Своих любимых учеников Иван Павлович действительно опекал и помогал им во всем. Помню, тогда же в Одессе на встрече бюро Научного совета АН СССР по аналитической химии и руководства Физико-химического института АН УССР Иван Павлович горячо и убедительно просил ученых института беспристрастно отнестись к докторской диссертации его ученика, которую ВАК, на взгляд Ивана Павловича,

необоснованно направил на повторную защиту в ФХИ.

Вспоминается, на какой-то встрече химики и филологи МГУ взаимно удивились, что еще кто-то претендует на звание наследника М.В. Ломоносова. Каждый считал его своим. В нынешнее время дифференциации наук универсализм ученого редко реализуется даже в пределах одной науки. И.П. Алимарину это удалось. Чрезвычайно ответственное отношение к выпавшей на его долю роли официального и фактического главы советской школы аналитической химии, многолетняя педагогическая деятельность, всех поражавшие научная интуиция, любознательность и чувство нового, богатейший опыт, дружеские контакты с ведущими учеными мира - все это превратило И.П. Алимарина в универсального химика-аналитика, желанного консультанта, способного квалифицированно посоветовать, оценить идеи и достижения в любой области аналитики.

Мы, электроаналитики, тоже считаем И.П. Алимарина своим. Еще до войны он опубликовал интересную работу по полярографии германия(II). Многие годы исследования ученых ГЕОХИ и МГУ по электрохимическим методам анализа велись по инициативе и под руководством Ивана Павловича в его лаборатории и на его кафедре. Именно он возбудил интерес наших ученых к развитию исследований в области инверсионной вольтамперометрии, обеспечивших советской науке ведущие позиции в мире в теоретической и экспериментальной разработке этого чрезвычайно эффективного метода высокочувствительного химического анализа.

Помнится, Иван Павлович уже передал руководство возглавлявшейся им лаборатории ГЕОХИ в молодые руки. Несколько человек собралось в его кабинете в ГЕОХИ отметить успешную защиту кандидатской диссертации по кулонометрии его давней сотрудницей. Иван Павлович - как всегда в центре внимания. Он еще бодр, в нем проявляется яркое сочетание демократа, настоящего русского интеллигента и истинного джентльмена, он замечательный рассказчик, милый собеседник и неизменно заботливый патрон. В тот вечер он передоверил нам участие в судьбе одного из его учеников, который никак не дооформит свою докторскую диссертацию. В тот вечер не думалось, не хотелось думать о неумолимости законов биологии, не предвиделись холодное мраморное фойе клуба МГУ, горестные минуты прощания.

Ю.А. Карпов

В Гиредмете к Ивану Павловичу Алимарину всегда относились с большой теплотой и уважением. С научным руководителем Гиредмета академиком Н.П. Сажиним И.П. Алимарина связывали хорошие деловые и личные отношения. Отличные контакты были у Ивана Павловича с основателем аналитической службы Гиредмета профессором Ю.А. Черниховым. Многие ведущие гиредметовские аналитики (В.Г. Горюшина, Б.Я. Каплан, В.В. Недлер, М.Н. Щулепников и др.) напрямую взаимодействовали с Иваном Павловичем: консультировались с ним, бывали на его докладах и лекциях. Нам импонировало то, что глава советской аналитической школы вышел из аналитиков-прикладников, сам делал текущие анализы и понимал, почему фунт лиха у аналитика-производственника. В то же время Иван Павлович обладал высоким интеллектом. Ему всегда были присущи знание современных аналитических методов, чувство нового, научная этика, житейская мудрость, строгость, доброжелательность и доступность.

Впервые я увидел И.П. Алимарина в 1965 г. на одном из совещаний по чистым веществам. Он говорил о новых требованиях к этим веществам и методам их анализа. Мне понравилась его спокойная, уважительная и демократичная манера общения с аудиторией, что было не так уж типично для тех времен. Уже тогда Иван Павлович поставил задачу, которую мы всерьез начинаем формулировать только сейчас. Он говорил о том, что важно не только определять с высокой чувствительностью полный примесный состав вещества, но и добиваться при определении отдельных приоритетных примесей сочетания высокой чувствительности с хорошей точностью. Этот вопрос, который сейчас остро связан с микролегированием полупроводников, тогда еще технологами не поднимался.

После моего назначения в 1968 г. руководителем аналитического отдела Гиредмета я получил возможность регулярного личного общения с Иваном Павловичем. Мы обсуждали с ним основные направления работы отдела, а иногда и кадровые проблемы.

Позднее мы взаимодействовали с И.П. Алимариным по линии Научного совета АН СССР по аналитической химии, журнала "Заводская лаборатория". В этой связи вспоминаю подготовку специального номера журнала, посвященного кадрам аналитиков. Иван Павлович написал короткую, очень эмоциональную заметку по этому поводу. Он однозначно поставил вопрос о повышении уровня подготовки аналитиков с высшим образованием, о модификации и модернизации этой подготовки. Сейчас мы часто ощущаем, до какой степени он был прав.

Наиболее тесно мы сотрудничали с И.П. Алимариным в процессе совместного написания двух обобщающих статей по анализу высокочистых веществ в 1977 и 1986 годах. Работа над первой статьей началась по предложению Ивана Павловича. Основой статьи явился наш совместный доклад на одном из собраний Отделения физикохимии и технологии неорганических материалов АН СССР. Мы обсудили план доклада, его ключевые моменты.

Я сразу понял, как серьезно относился Иван Павлович к своим публичным выступлениям. В соответствии с нашей договоренностью я набросал первый вариант доклада и отдал его Ивану Павловичу. Примерно через две недели я получил обратно свой вариант и комментарии к нему на восьми страницах. Здесь были и целые куски текста, и предложения редакторского характера, и научная дискуссия. После этого мы совместно дорабатывали доклад еще несколько раз, а когда он был уже готов, Иван Павлович сказал, что он хотел бы видеть в качестве докладчика меня. Так я получил урок настоящей научной добросовестности и бескорыстия.

Совместная работа сблизила нас, мы часто обменивались мнениями на заседаниях ученого совета в ГЕОХИ, редколлегии "Заводской лаборатории", бюро Научного совета по аналитической химии. В 1986 г. при подготовке коллективной монографии "Методы анализа высокочистых веществ" мы продолжали сотрудничество и написали большую статью по проблемам аналитической химии высокочистых веществ, в которой постарались охарактеризовать не только прошлое и настоящее, но и предсказать будущее этого направления.

Меня всегда поражало то, что чем старше становился Иван Павлович, тем больше его интересовало будущее. Поэтому еще многие годы будут связывать нас с мыслями, предложениями, идеалами И.П. Алимарина - человека, который любил аналитическую химию и всех работающих в ней аналитиков.

Б.Ф. Мясоедов

Академик Иван Павлович Алимарин был выдающимся русским химиком-аналитиком, признанным лидером в этой области в нашей стране и имел высокий международный авторитет. Большая часть его творческой жизни связана с Институтом геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского АН СССР, куда он был приглашен академиком А.П. Виноградовым заведовать лабораторией радиохимии. Здесь в 1953 г. и произошла моя первая встреча с Иваном Павловичем.

В его лаборатории мне посчастливилось начать мою научную деятельность с выполнения дипломной работы под руководством Августы Константиновны Лаврухиной. В те далекие годы проблема разделения редкоземельных элементов, включая и радиоактивные, представляла большую и сложную задачу. И Иван Павлович уделял большое внимание развитию этих исследований, помогал советами, делился знаниями со своими молодыми коллегами и учениками. В то время он был уже большим ученым, членом-корреспондентом АН СССР, заведовал лабораторией в ГБОХИ и кафедрой аналитической химии химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. Всегда очень занятый, Иван Павлович тем не менее находил время интересоваться последними данными молодых ученых, помогая идеями, учил работать и мыслить.

В последующие годы моя научная деятельность была самым тесным образом связана с деятельностью И.П. Алимарина. Мы часто обсуждали с ним проблемы развития

аналитической химии в нашем институте, встречались на научных заседаниях, участвовали в зарубежных научных командировках, а иногда и просто в неформальных встречах.

Иван Павлович был не только академическим ученым, но и большим организатором науки. Много сил и много внимания он уделял организации активной деятельности Научного совета АН СССР по аналитической химии, был его бессменным председателем в течение многих лет. Он принимал самое активное участие в научной жизни нашего института. Мы все помним его яркие, эмоциональные выступления о перспективах развития химического анализа и аналитической химии как науки. Иван Павлович активно способствовал развитию в ГЕОХИ целого ряда современных направлений аналитической химии: радиоаналитических и электрохимических методов анализа, теории и практики экстракции, ультрамикрoанализа, органических реагентов и использования методов квантовой химии в аналитических целях.

Под руководством И.П. Алимарина "Журнал аналитической химии" завоевал большой международный авторитет. Интересно, по-деловому, в обстановке доброжелательности и в то же время высокой требовательности к авторам проходили заседания редколлегий. На этих заседаниях все чувствовали себя равноправными коллегами, смело высказывали свое мнение, подчас и критическое, по обсуждавшимся статьям, в том числе и членов редколлегии, включая и ее главного редактора.

Иван Павлович прилагал все свои силы, энергию и знания для развития любимой науки. Многим запомнились его страстные выступления на общих собраниях АН СССР, собраниях Отделения физикохимии и технологии неорганических материалов АН СССР (заместителем академика-секретаря которого он являлся), его программные доклады на ежегодных сессиях Научного совета АН СССР по аналитической химии, в центральной печати по проблемным вопросам развития аналитической химии, аналитического приборостроения, химических реактивов, подготовке научных кадров химиков-аналитиков и др.

Иван Павлович был удивительно доброжелательным к людям. Меня и многих других коллег он часто называл друзьями. Общение с ним было всегда радостным и приятным. Большой любитель классической музыки (в хорошем исполнении), Иван Павлович часто рассказывал о том огромном наслаждении, которое он испытывал при прослушивании записей. В последние годы мы часто беседовали с ним о музыке и обменивались наиболее понравившимися записями. При отдыхе с Зоей Васильевной в санатории "Узкое" Иван Павлович организовывал "большие" прослушивания своих записей, которые вызывали восторг слушателей. А дамы, по его словам, в знак благодарности часто преподносили ему цветы... Музыка занимала большое место в его жизни, он воодушевлялся, был счастливым и молодым, получал новый запас творческой энергии для продолжения своей научной деятельности, внимая великому искусству. Для всех нас Иван Павлович Алимарин всегда являлся и останется примером страстного, принципиального ученого, мудрого и доброго учителя и наставника. Лучшей памятью Ивану Павловичу явится дальнейшее развитие его

творческих идей, укрепление и расширение позиций аналитической химии, консолидация ее рядов.

О.М. Петрухин

И.П. Алимарин прожил долгую и, на мой взгляд, счастливую жизнь. Воспоминания о нем наверняка отразят разные страницы его жизни, разные черты его характера. И более того, если бы меня попросили поделиться воспоминаниями о нем 10 или 15 лет тому назад, мне, возможно, захотелось бы рассказать что-то другое, а не то, что вспоминается сейчас.

Мне довелось с ним обсуждать самые разные проблемы; обсуждение часто переходило в спор. Круг моих интересов со временем претерпевал эволюцию, и темы бесед, конечно, также изменялись. Во времена моей аспирантуры в 1958-1962 гг. это могли быть, например, экстракционные свойства N-бензоилфенилгидроксиламина или особенности химии тантала и ниобия, элементов, аналитическая химия которых продолжала интересовать И.П. Алимарина долгие годы. В то время беседы эти проходили в комнате 145 в старом здании ГЕОХИ. Часто в этих спорах принимали участие Г.Н. Билимович и Ю.В. Яковлев, наиболее близкие воспитанники и ученики И.П. Алимарина тех лет.

В 1978 г. я ушел из ГЕОХИ в МХТИ им. Д.И. Менделеева, там стал заведующим кафедрой аналитической химии. После этого одной из постоянных тем наших дискуссий, споров стало обсуждение самой аналитической химии, ее определения как научной дисциплины, ее статуса среди других химических дисциплин. Но независимо от обсуждаемых тем для этих бесед была характерна одна черта, которая, как мне кажется, весьма важна для понимания И.В. Алимарина как ученого и учителя и которая была особенностью его интеллектуальной культуры. Но прежде я позволю себе сказать несколько слов о стиле мышления ученого вообще.

Понятие стиля пришло в науку из искусства. Например, когда мы хотим подчеркнуть те или иные особенности творчества писателя, мы часто говорим о его авторском стиле. И действительно, стиль мышления средневекового алхимика, который все свои деяния соотносил с волей Бога, отличается от стиля мышления современного исследователя с его стремлением к модельности и системности. Стиль мышления так или иначе отражается в характере беседы, и прежде всего в нем проявлено так называемое диалогическое мышление - мышление, предполагающее диалог и восходящее к диалогам Платона, диалогу как средству постижения истины. И наиболее яркой чертой индивидуального, присущего Ивану Павловичу стилю мышления и было стремление к диалогу, к диалогическому мышлению.

Диалог - это способ познания, диалог позволяет не просто обучать ученика, специалиста, но и формировать культуру его интеллекта. Возможность сравнивать разные взгляды на природу явления позволяет осуществить выбор, основанный не на вере в авторитет, а на сопоставлении разных точек зрения. Как я сейчас понимаю, это особенно важно при воспитании молодого ученика, только-только входящего в науку. Диалог старшего с младшим по возрасту и званию предполагает очень широкие, разносторонние

знания у старшего. Именно широта знания с искренним желанием помочь, выпестовать своего воспитанника, с острым чувством нового, с глубокой внутренней культурой - всем этим обладал И.П. Алимарин в полной мере - позволяет старшему в диалоге внимательно слушать младшего собеседника, не прерывая его и не навязывая ему своего мнения, а вновь и вновь привлекать его внимание к аргументам, которые младший так часто не видит или не может правильно оценить.

Стиль мышления ученого историчен, и это всегда некая индивидуальная сумма общего, характерного для конкретной исторической эпохи, и индивидуального, отражающего особенности данной конкретной личности. Другими словами, теоретическое мышление каждой эпохи - это исторический продукт, и в 60-70-е годы скорее преобладало монологическое, авторитарное мышление; ученику в этом случае отводилась роль внимающего и исполняющего указания, принимающего их на веру и не сомневающегося в их правильности. Стиль мышления И.П. Алимарина, подчеркнутое стремление к диалогу равных, независимо от ранга, собеседников, мягко говоря, не очень соответствовал духу эпохи. И, наоборот, Ивану Павловичу не пришлось перестраиваться, когда в середине 80-х годов одна эпоха сменила другую.

Хотя я и окончил Московский университет в 1955 г., когда И.П. Алимарин уже два года как возглавлял кафедру аналитической химии, общался я с Иваном Павловичем после моего поступления к нему в аспирантуру в 1958 г. Конечно, с возрастом диалог стал чаще переходить в монолог, а восприятие нового становилось менее критичным, но чисто человеческие качества И.П. Алимарина - глубокая порядочность, внимание к окружающим, забота и стремление помочь своим ученикам - оставались неизменными в течение всей его жизни.

В.М. Пешкова

Познакомилась я с Иваном Павловичем за несколько лет до того, как он был приглашен на кафедру аналитической химии химического факультета. Встречались мы на конференциях по аналитической химии, которые созывались в ряде городов России. Он всегда пользовался большим вниманием аналитиков, часто выступая на этих конференциях. Официальное знакомство состоялось, когда нам с Зоей Федоровной Шаховой было предложено деканом химического факультета академиком Александрой Васильевной Новоселовой пригласить Ивана Павловича на заведование кафедрой аналитической химии химического факультета. Иван Павлович сразу дал согласие и очень интересовался положением дел на кафедре. Кафедрой до Ивана Павловича заведовал профессор Евгений Степанович Пржевальский. То был 1953 г., Евгений Степанович оставался профессором кафедры.

Я не могу отчетливо вспомнить первый день пребывания Ивана Павловича на кафедре. Начал он свою работу в тот период, когда кафедра еще помещалась в старом здании университета на Моховой улице. Запомнилось то время интенсивной работы, так называемой

"предпусковой", перед переездом в новое здание университета на Ленинских горах. Я оставалась, по просьбе Ивана Павловича, его заместителем, как и ранее, при Евгении Степановиче.

Иван Павлович, перейдя на кафедру, очень живо знакомился с коллективом. Много обсуждалось вопросов, главным образом по двум направлениям: педагогическая работа, связанная с методическими вопросами, и административная - новое оборудование, подбор кадров. Летом 1953 г. Иван Павлович перегрузил себя: одновременно, заканчивая работу в Московском институте тонкой химической технологии, где он заведовал кафедрой аналитической химии, и работая в ГЕОХИ заведующим лабораторией, он очень интенсивно начал работать в университете. В результате попал в больницу. Помню, что он просил навещать его в академической больнице, так как хотел знать, как протекают подготовительные работы без него.

Главное внимание было уделено изменению учебного процесса. Иван Павлович стал сам читать единый лекционный курс аналитической химии и качественный и количественный анализ. Особый интерес представляла первая лекция - вводная, в которой освещалось место и значение аналитической химии в науке и народном хозяйстве, да и в самом учебном плане химического факультета. Лекции по курсам качественного и количественного анализа Иван Павлович сопровождал демонстрациями, в подготовке и осуществлении которых ему помогал лекционный ассистент. В практикумы качественного и количественного анализа Иван Павлович ввел изменения: например, в контрольные работы студентов был введен анализ природных объектов (сплавы, горные породы и т.п.), особенно это коснулось "профессорских задач" в качественном анализе.

С приходом Ивана Павловича значительно расширилось число курсов для студентов, специализирующихся по аналитической химии; практикумы сопровождались лекциями. Это были микроанализ, оптические (спектрофотометрия и колориметрия), потенциметрические, полярографические методы, спектральный анализ, анализ конкретных объектов, электроанализ. Со временем число их увеличивалось, изменялось их содержание; был введен курс "Органические реагенты" и другие. Слушателями лекций Ивана Павловича кроме студентов и преподавателей кафедры были также преподаватели аналитической химии из других вузов Москвы.

У меня в памяти остался общий облик Ивана Павловича, когда он пришел на кафедру. Он был увлечен открывшимися перед ним возможностями показать современное состояние аналитической химии и перспективы ее развития. Нужно отметить большой приток студентов, желающих специализироваться по аналитической химии; одно время был даже конкурс. Мы могли принять 32 человека, что позволяло организовать 4 группы по 8 человек для прохождения специальных практикумов. С течением времени, когда на факультете организовались новые кафедры, число студентов, желающих специализироваться по аналитической химии, несколько уменьшилось.

На кафедре большое внимание стали уделять методической работе. Иван Павлович

подчеркивал необходимость связи учебных курсов с задачами промышленности, призывал к инструментализации методов. Переезд университета в новое здание позволил улучшить оснащение специальных практикумов. В практикуме по спектрофотометрии и колориметрии появились спектрофотометры СФ-4 и фотоколориметры со светофильтрами, позволяющими захватить ближнюю ультрафиолетовую область. Хорошо были оснащены практикумы по полярографии и потенциометрии, спектральному анализу. И.П. Алимарин непосредственно участвовал в организации этих лабораторий. Он оказывал большое влияние на сотрудников, руководителей спецпрактикумов, чтобы они писали учебные пособия для студентов, так как пособия отсутствовали. Впоследствии это было сделано. Менялся состав преподавателей, в коллектив вливались наши воспитанники.

Постепенно менялась тематика научных исследований, чему во многом способствовали новое инструментальное оснащение лабораторий и приход новых кадров. До прихода Ивана Павловича на кафедру разрабатывались главным образом методы определения малых количеств примесей элементов в ряде объектов, в основном в органических реагентах. Это было понятно, так как Е.С. Пржевальский состоял членом группы ученых, активно участвующих в организации промышленности химических реактивов, которые ранее ввозились из-за рубежа. Это направление в первое время продолжил и Иван Павлович. Большое внимание Иван Павлович уделял связям кафедры с предприятиями химической промышленности в деле разработки методов определения элементов-примесей, особенно в высокочистых веществах.

Многое делалось для подготовки кадров аналитиков для нужд промышленности. На них был большой спрос, так как они владели, современными методами анализа.

Иван Павлович пользовался большой известностью среди аналитиков. Этому способствовали его выступления на конференциях в качестве основного докладчика, его широкие консультации. В дни, когда он работал на кафедре, к нему всегда была очередь на консультацию.

Преподаватели работали с энтузиазмом, этому способствовал Иван Павлович. У него была убежденность в творческой способности химиков-аналитиков не только решать практические задачи аналитической химии, но и создавать новые направления в этой дисциплине.

Хочу остановиться на исследовательской работе кафедры, которая стала развиваться с приходом Ивана Павловича. К началу его появления научная работа проводилась в основном в двух направлениях: 1) определение малых количеств элементов в различных объектах и 2) развитие фотометрических и электрохимических методов с той же целью. Со временем понятие "малые количества" менялось. При определении примесей элементов в реактивах говорилось о содержании $n \cdot 10^{-3}\%$, позднее, при анализе "чистых веществ", определяли $n \cdot 10^{-6}\%$. Большой заслугой Ивана Павловича было внедрение радиоизотопов в аналитическую практику, что позволяло определять 10^{-6} - $10^{-7}\%$ примесей, используя предварительное отделение микрокомпонента от матрицы методами экстракции или соосаждения. Экстракция

занимала большое место в работах Ивана Павловича и его учеников. Эти исследования всегда были многосторонними; в результате выявилась возможность решать практически важные задачи. Много внимания уделял Иван Павлович проблеме концентрирования.

И.П. Алимарин оставил большой след в памяти не только своих учеников, но и людей, совместно с ним работавших и знавших его. Он много сделал для развития аналитической химии как науки. В одном из своих докладов "Понятие об аналитической химии как о науке" Иван Павлович сформулировал три направления, которые отражают сущность аналитической химии как науки: 1) теоретические исследования; 2) создание новых принципов и совершенствование методов анализа; 3) практическое применение методов для изучения состава. Он отмечает в этом докладе, что все три направления взаимно связаны, приводит выдержки из статьи академика Ю.А. Золотова (его ученика): "Теоретические исследования аналитиков, новые методы анализа используются почти во всех областях науки, техники, народного хозяйства, медицины и даже гуманитарных наук", что подчеркивает значение этой науки.

Очень быстро росла популярность Ивана Павловича как среди ученых-аналитиков нашей страны, так и за рубежом. Он был талантливым многогранным ученым. Я вспоминаю, с каким волнением я просила его прочитать рукопись моей докторской диссертации вскоре после его прихода на кафедру. Он одобрительно отнесся к диссертации, и в декабре 1954 г. я ее защитила.

А.Т. Пилипенко

Иван Павлович Алимарин был признанным лидером химиков-аналитиков Советского Союза и был известен химикам-аналитикам всего мира. Его огромный научный кругозор, тактичность, благожелательность, интерес к исследованиям собеседника снискали ему большое уважение и любовь всех, кто с ним общался. Он вел широкую переписку с советскими и зарубежными учеными.

Я познакомился с Иваном Павловичем в конце тридцатых годов во время Всесоюзной конференции по аналитической химии. До этой конференции я знал И.П. Алимарина по публикациям как уже известного химика-аналитика и представлял его пожилым человеком. Как же я был удивлен, когда во время перерыва мой любимый учитель Анатолий Кириллович Бабко представил меня молодому, подтянутому, вежливому человеку - это и был И.П. Алимарин. Иван Павлович сразу же заинтересовался исследованиями, которые проводились в области аналитической химии редких и рассеянных элементов в Институте геологии АН УССР, где я в то время работал. С тех пор между нами сложились хорошие отношения, которые со временем переросли в дружбу (дружба давно соединяла А.К. Бабко и И.П. Алимарина, и она постепенно передавалась и ученикам Ивана Павловича и Анатолия Кирилловича). После смерти А.К. Бабко, когда Научным советом по аналитической химии АН УССР было поручено руководить мне, встречи с И.П. Алимариным и его учениками были более частые. На всех таких встречах уделяли много внимания развитию

аналитической химии на Украине.

Иван Павлович Алимарин умел подбирать способных учеников и следить за их ростом, поэтому круг его интересов был очень широким. Трудно найти направление в области аналитической химии, в котором Иван Павлович не оставил бы заметный след.

Большое влияние на развитие аналитической химии в Советском Союзе, в том числе и на Украине, сыграл "Журнал аналитической химии", редколлегией которого многие годы руководил И.П. Алимарин. Дружная работа редколлегии, свободное высказывание своего мнения каждым членом редколлегии и в то же время доброжелательность и уважение к авторам приносили удовлетворение. Для меня каждый приезд на заседание редколлегии был интересным. Там встречались коллеги, любящие аналитическую химию. Именно такая рабочая атмосфера была создана главным редактором и его ближайшими учениками. Верю, что такая обстановка остается и в настоящее время, когда редколлегию возглавляет его ближайший ученик академик Ю.А. Золотов. Журнал, созданный А.П. Виноградовым, действительно стал основным научным журналом в области аналитической химии, он объединил усилия химиков-аналитиков всей страны. Верится, что и в дальнейшем химики-аналитики будут объединять свои усилия по развитию новых направлений аналитической химии.

Дружная и интенсивная работа в области аналитической химии будет всегда доброй памятью о делах Ивана Павловича Алимарина, который через всю свою жизнь пронес любовь к этой науке и преданность ей.

А.Г. Стромберг

Моя научная биография связана с электрохимией и аналитической химией, и, соответственно, я встречался с двумя учеными, возглавлявшими эти науки в Советском Союзе, - академиками А.Н. Фрумкиным и И.П. Алимариным. Начав свою научную деятельность с теоретической электрохимии (в 1930 г.), я в конце 30-х годов увлекся полярографией и ее аналитическими приложениями. Война прервала эти исследования. После полутора лет пребывания в немецком стройотряде Тагиллага НКВД в Нижнем Тагиле я вернулся в Институт химии Уральского филиала Академии наук СССР (Свердловск)*. Здесь возглавил лабораторию аналитической химии, которая обслуживала и другие лаборатории института. Одновременно я начал заниматься (контрабандным путем) новым вариантом полярографии, который находился тогда в зачаточном состоянии, - амальгамной полярографией. На Всесоюзной конференции по физико-химическим методам анализа в Москве (кажется, в 1948 г.) выступил с докладом на эту тему. Иван Павлович заинтересовался этим докладом и задал мне несколько вопросов. Так началось мое знакомство с будущим академиком И.П. Алимариным, которое продолжалось вплоть до его

* В настоящее время Институт химии Уральского филиала РАН (Екатеринбург). — *Примеч. сост.*

кончины.

В 1950 г. те, кому надлежало следить за чистотой кадров, спохватились, что по секретной тематике работает социально чуждый элемент (Институт химии к тому времени почти полностью переключился на тематику по атомной бомбе), и мне предложили покинуть институт. Я перешел на работу в Уральский университет и через год защитил докторскую диссертацию. В 1956 г. я принял предложение ректора Томского политехнического института (ТПИ) и переехал с семьей в Томск. Все эти годы при посещении Москвы я заходил на кафедру аналитической химии МГУ к Ивану Павловичу и рассказывал ему о своих успехах и неудачах, а он помогал мне словом и делом. Особенно мне хочется остановиться на нашей встрече с ним в 1958 г., которая имела для меня очень важные последствия. Но сначала несколько слов о событиях, которые предшествовали этой встрече.

К 1956 г. кампания по созданию проблемных лабораторий в вузах была уже закончена. На химико-технологическом факультете ТПИ к моменту моего приезда в Томск уже были созданы на других кафедрах три проблемных лаборатории. Однако на кафедре физической и коллоидной химии, которую я возглавил, условий для развития научно-исследовательской работы почти не было - ни людей, ни оборудования. И вот приезжаю я в очередной раз в Москву и захожу на кафедру аналитической химии. Иван Павлович интересуется моей научной работой в Томске и рассказывает, что только что вернулся из Будапешта, где участвовал в Международной конференции по аналитической химии. Его внимание привлек доклад польского ученого Виктора Кемули, который почти одновременно с американскими учеными создал новый высокочувствительный метод анализа - амальгамную полярографию с накоплением (теперь этот метод именуют инверсионной вольтамперометрией). И добавил: "Я знаю Ваши работы по амальгамной полярографии. Вам и карты в руки. Правда, Вы будете нам конкурентом, - заметил он, - но дело есть дело. Нельзя допускать, чтобы Советский Союз отставал от мировой науки, и поэтому я очень рекомендую Вам включиться в развитие этого нового метода". Я пожаловался на отсутствие условий для научной работы на кафедре. "Эта беда поправима, - сказал он. - От имени Совета по аналитической химии мы напишем письмо ректору института с рекомендацией развивать это направление в институте".

И действительно, через некоторое время ректор ТПИ проф. А.А. Воробьев вызвал меня и сообщил, что получил письмо от Научного совета АН СССР. Узнав, что у меня нет условий для работы, он тут же выделил мне из штата другой проблемной лаборатории четыре штатных единицы научных сотрудников.

После этого случая события стали развиваться быстро. Для того чтобы читатели уяснили себе важность поддержки моих исследований со стороны И.П. Алимарина, нужно отметить три момента. Во-первых, в то время началось бурное развитие полупроводниковой электроники во всем мире. Для изготовления этих приборов требовались материалы небывалой для того времени чистоты. Общее содержание контролируемых примесей не должно было превышать $10^{-5}\%$, а по некоторым элементам - менее 10^{-6} - $10^{-7}\%$. Методов же

для определения таких малых содержаний примесей практически не было. Метод амальгамной полярографии с накоплением был одним из тех, что позволяли это делать. Во-вторых, я в своих исследованиях вплотную подошел к открытию этого метода, но не сделал последнего шага из-за отсутствия у меня необходимой аппаратуры (полярографа с самописцем). В-третьих, поддержка моих исследований лично для Ивана Павловича была невыгодна. Поэтому этот его поступок оставил в моей душе глубокий след на всю жизнь.

А дальше события развивались в такой последовательности. Случайно мне удалось достать чешский полярограф с фотозаписью (LP-55), и на нем с одним из сотрудников (В.Е. Городовых, ныне покойным) мы получили анодные пики свинца при очень низкой концентрации его в растворе. В 1960 г. статья об этом была опубликована в журнале "Заводская лаборатория". Одновременно в том же году в журналах "Доклады АН СССР" и "Журнал аналитической химии" появились статьи сотрудников И.П. Алимарина - С.И. Синяковой и Е.Н. Виноградовой совместно с Л.Н. Васильевой - по этому же методу. Эти работы положили начало многолетним исследованиям по инверсионной вольтамперометрии в Советском Союзе. В 1962 г. Минвуз СССР открыл в ТПИ проблемную лабораторию по физико-химическим методам анализа, которой я руководил в течение 23 лет.

В эти же годы Научный совет по аналитической химии при ГЕОХИ был преобразован в Научный совет АН СССР по аналитической химии. Иван Павлович включил меня в совет. С тех пор я регулярно принимал активное участие во всех годовых сессиях Научного совета (которые совмещались со школой по аналитической химии) и поэтому ежегодно встречался с Иваном Павловичем.

Не могу не отметить, что некоторые поступки Ивана Павловича доставляли мне огорчение, но у него это связано было с самыми лучшими побуждениями. Он был влюблен в аналитическую химию (особенно в отечественную) и не мог переносить фактов, которые бросали хоть малейшую тень на достижения аналитической химии в Советском Союзе.

В связи с этим я хотел отметить два случая. В конце 70-х годов я обратил внимание на то, что во многих вузах кафедры аналитической химии стали замещаться докторами наук других химических специальностей. Возникла мысль, что это связано с недостаточно интенсивной подготовкой докторов по аналитической химии. На одной из годовых сессий я предложил провести опрос заведующих кафедрами аналитической химии вузов. Заместитель председателя научного совета (ныне академик) Ю.А. Золотов, который вел заседание, поддержал это предложение, обещал напечатать результаты опроса в "Журнале аналитической химии" и снабдил меня соответствующими письмами к ректорам вузов. Анкету я провел, проанализировал бюллетени ВАК. Статистические данные подтвердили, что подготовка докторов по аналитической химии в СССР в те годы отставала от подготовки докторов наук по другим химическим наукам и, как следствие, аналитическая тематика заменялась на кафедрах вузов по аналитической химии другой химической тематикой. Рукопись статьи я послал в редакцию "Журнала аналитической химии". Но статья так и не появилась в печати. Главный редактор журнала И.П. Алимарин категорически отказался

печатать статью в журнале. Пришлось рукопись статьи депонировать.

Второй случай. Я провел наукометрическое исследование публикаций в "Журнале аналитической химии" и в журнале "Analytical Chemistry" (США) за десять лет; предполагалось, что эти публикации отразят развитие аналитической химии в обеих странах. Результаты исследования я доложил на годичной сессии научного совета. Эти исследования показали, что развитие некоторых методов анализа, например хроматографии и масс-спектрометрии, в Советском Союзе существенно отстают (по темпу роста числа публикаций). Иван Павлович присутствовал на этом докладе, задавал много вопросов и никак не мог согласиться с достоверностью этого факта. Когда я в перерыве между заседаниями спросил его о возможности публикации материалов исследования в "Журнале аналитической химии", он сказал, что ни за что не будет публиковать эти результаты. Ему невыносима была даже мысль, что в отечественной аналитической химии могут быть недостатки и публикацию об этих недостатках будет читать весь мир. Но времена были уже не те (уже начался период перестройки и гласности), и заместитель главного редактора предложил мне послать статью в редакцию. В результате статья была опубликована.

Иван Павлович был патриотом аналитической химии, отстаивал ее самостоятельность как научной дисциплины. Много сделал для ее развития в Советском Союзе, для улучшения ее преподавания в вузах. Смерть Ивана Павловича - большая потеря для аналитической химии.

Е.А. Терентьева

В студенческие годы мне не довелось учиться у Ивана Павловича. Тогда, в самый канун войны, он еще не был руководителем кафедры аналитической химии в МГУ. И все же я вспоминаю о нем как о своем учителе, как о человеке, оказавшем определенное влияние на мое формирование как аналитика и вообще на мою "аналитическую судьбу".

Придя в Московский университет, Иван Павлович сблизился с моим отцом - профессором химфака Александром Петровичем Терентьевым. В новом здании на Ленинских горах Алимарины поселились в соседнем с нами корпусе "И". Нередко во время прогулок около университета мои родители встречались с Иваном Павловичем и Зоей Васильевной. Разговор заходил и об общих академических и факультетских делах, и о рыбной ловле, и, конечно, об аналитической химии. Александр Петрович был крупным специалистом не только в синтетической, но и в аналитической органической химии, и Иван Павлович высоко ценил его работы. В частности, в своих выступлениях и лекциях Иван Павлович нередко прибегал к представлению о "хелатном узле" органических молекул, которое Александр Петрович ввел для лучшего понимания механизма комплексообразования металлов, а также к его идеям, развивавшим метод "возникающих реагентов".

Вероятно, не без инициативы со стороны Ивана Павловича А.П. Терентьев был привлечен к работе в редколлегии ЖАК и к работе Комиссии по аналитической химии (впоследствии НСАХ). Его часто приглашали в качестве оппонента, в том числе и по

докторским диссертациям, касавшимся применения органических реагентов в неорганическом анализе. Помню, дома на его письменном столе появилась десертация В.М. Пешковой, два объемистых "тома" Л.М. Кульберга. . . В этот же период моя старшая сестра Елизавета Александровна выполнила в ГЕОХИ под руководством Д.И. Рябчикова работу по разделению РЗЭ в виде комплексов с органическими лигандами. Видимо, все это вместе взятое создало тогда у Ивана Павловича прочную ассоциацию фамилии Терентьевых с аналитической химией. Такая ассоциация позже была перенесена и на меня, что послужило благоприятным фактором в моем дальнейшем становлении как аналитика.

В июле 1970 г. Александра Петровича не стало. Иван Павлович в это время был на отдыхе, но прислал нам из Соколовой Пустыни свое искреннее соболезнование. Кончина А.П. Терентьева была для всех нас невосполнимой утратой, которую мы глубоко переживали. И вдруг - мне звонок из ГЕОХИ с предложением прямо в августе поехать на аналитическую конференцию в Венгрию. Оказывается, выездные документы были подготовлены для Ивана Павловича, но он тогда не смог отправиться за рубеж. Таким образом в советской делегации освободилось место. Наверное, Иван Павлович, добрая душа, распорядился позвонить мне, решив отвлечь от перенесенного горя. Посоветовавшись с матерью, я согласилась на эту поездку. Она была очень полезной и интересной. В Будапеште, в этом чудесном городе, я не раз с благодарностью вспоминала Ивана Павловича.

А менее чем через полгода вслед за отцом ушла из жизни и наша мать. К этому времени я уже давно не работала в университете и была сотрудницей Академии наук. На основании этого мне с семьей предложили освободить ведомственную квартиру в МГУ.

Переезд представлялся нам разорением семейного очага, создававшегося родителями в течение 55 лет. Поэтому я стала пытаться восстановить рабочую связь с университетом. Решилась попросить Ивана Павловича принять меня в штат его кафедры. Мне казалось, что основания для этого у меня есть. Ведь после дипломной работы по функциональному анализу у отца я окончила аспирантуру и защитила кандидатскую диссертацию у известного микроаналитика М.О. Коршун по элементному анализу и продолжала работать в этой же области, то есть имела уже многолетний опыт в аналитической химии.

Внимательно выслушав меня, Иван Павлович сказал, что, к сожалению, он не располагает соответствующей вакансией.

Грешным делом, по прошествии многих лет мне кажется, что при этом сыграло немалую роль и тогдашнее твердое убеждение Ивана Павловича в том, что анализ органических соединений - это дело кафедры органической, а не аналитической химии, которая призвана заниматься только неорганическими объектами. Правда, впоследствии это мнение Ивана Павловича стало постепенно изменяться.

Действительно, например, позже он по моей просьбе согласился быть председателем оргкомитета очередной всесоюзной конференции по аналитической химии органических соединений, признав фактически тем самым общность аналитической химии по отношению к объектам разной природы.

Но как бы там ни было, тот визит к Ивану Павловичу в 1971 г. стал для меня в какой-то мере поворотным. Он послужил, как я теперь расцениваю, началом внимания Ивана Павловича персонально ко мне не только как к представителю "аналитической династии" Терентьевых, но и как к самостоятельному специалисту в области, пусть органической, но все же аналитической химии. Вскоре по инициативе именно Ивана Павловича я была введена в состав ученого совета ГЕОХИ, затем - в редколлегию ЖАХ. Благодаря этому так же, как в свое время А.П. Терентьев, я стала представлять здесь органический анализ. Но, конечно, даже в малой степени я не могла заменить Александра Петровича с его огромной эрудицией.

Зато для меня самой работа в совете и в редколлегии, руководимых Иваном Павловичем, оказалась настоящей школой. Сразу намного расширился мой аналитический кругозор, создались полезные личные научные контакты с известными учеными в этой области. Словом, я попала в мир "большой аналитики". К тому же тематика многих обсуждавшихся при моем участии диссертаций и статей была близка моим собственным научным интересам. Ведь после "классической" кандидатской направлением своих исследований я избрала изучение физико-химических методов в разрушающем элементном анализе элементоорганических соединений. Для определения в этих соединениях элементов, в первую очередь металлов, после минерализации пробы мы должны были решать задачи, по существу характерные как раз для неорганического анализа. Тем более что нашими объектами были вещества, сложные по своему составу. Поэтому на заседаниях я стала жадно впитывать суждения известных аналитиков о последних достижениях и возможностях различных новых методов неорганической аналитической химии.

Безусловно, при этом наиболее авторитетными для меня были мысли самого Ивана Павловича. Он умел заглянуть непосредственно в суть проблемы, найти наиболее уязвимые моменты того или иного исследования как с чисто научной, так и с практической точки зрения. Меня как человека нового в этом "элитарном" аналитическом обществе не переставали в ту пору удивлять обширные познания и опыт Ивана Павловича в самых разнообразных областях аналитической химии. На заседаниях редколлегии были интересны и поучительны вопросы, задаваемые Иваном Павловичем рецензентам обсуждавшихся статей, его оценки научной значимости работ. Все это я старалась учитывать, использовать и в своих подходах при рассмотрении диссертаций, статей и книг, направлявшихся мне на отзыв.

Освоившись с непривычной для меня поначалу обстановкой, я стала сама смелее задавать вопросы и высказывать мнения по проблемам, которые мне были наиболее знакомы. Когда на редколлегии дело касалось органики, Иван Павлович нередко обращался за профессиональной оценкой непосредственно ко мне. Признаюсь, было лестно, что он внимательно прислушивался к моим суждениям. Такое уважительное, равноправное отношение ко мне с его стороны укрепляло во мне уверенность в моей компетентности. Дружеская научная поддержка Ивана Павловича способствовала моему самоутверждению, повышала, как я думаю, мой авторитет в глазах коллег. Именно такой атмосферы поддержки

и доброжелательности мне так не доставало в то время в отношениях с непосредственным начальством у себя в лаборатории!

На защитах в ГЕОХИ, а позже и на химфаке МГУ, куда меня пригласили в качестве члена спецсовета опять-таки по инициативе Ивана Павловича, я была свидетелем того, что он до последних своих дней был активным участником научных дискуссий. Он всегда настойчиво добивался от диссертантов точных объяснений характера полученных ими результатов, природы наблюдавшихся явлений. Бывало, строго журил и за неуверенность ответов и за небрежное оформление диссертаций.

Сознаюсь, что нередко у меня даже возникало вдруг тревожное чувство, что несчастный парень или девушка, как говорится, безнадежно "проваливаются". К слову сказать, я когда-то так же переживала и за своих дипломников-вечерников, когда они защищали свои работы на кафедре в присутствии И.П. Алимарина. Но со временем я стала более спокойно воспринимать своеобразную манеру поведения Ивана Павловича. Теперь я уже знала, что в своем заключительном слове он как главный авторитет, а долгие годы и как председатель совета, в конце концов даст работе положительную оценку, подбодрит диссертанта и порекомендует совету голосовать "за". Таким образом "хэппи-энд" был обеспечен. Да, все это было для меня большой, очень полезной научной и жизненной "Школой академика Алимарина!"

Иногда после утомительного вечернего совета с двумя, а то и с тремя защитами я провожала Ивана Павловича до его подъезда. Мы шли, не торопясь, с разговором. Иван Павлович рассказывал об университетских и академических событиях, которые его в то время волновали.

Не менее полезным для меня было многолетнее общение с Иваном Павловичем в Научном совете по аналитической химии и его бюро, которые он возглавлял долгие годы. Запомнилась первая сессия НСАХ в начале 1976 г. в Звенигороде. На нее созвали всех ведущих аналитиков Союза. Это знаменательное событие было настоящим праздником для Ивана Павловича. Ведь благодаря его авторитету, его усилиям советская аналитическая химия обрела официальную достойную научно-организационную значимость. Накануне вечером Иван Павлович как радушный хозяин и именинник встречал прибывающих участников сессии, стоя на верхней ступени просторного вестибюля Звенигородского пансионата. Иван Павлович был в приподнятом настроении, весь сиял, галантно целовал руки "аналитическим дамам". Помню, этой чести удостоилась даже моя дочь, тоже аналитик, но тогда еще совсем молодой. И это привело ее в смущение.

Вообще надо сказать, что само участие Ивана Павловича в любом собрании, особенно в качестве председателя, придавало мероприятию особую значительность и своеобразную торжественность. Этому способствовал не только высокий авторитет Ивана Павловича как ученого с мировым именем, но и его манера держаться, сам внешний его вид. Стройный до преклонных лет, всегда подтянутый, он в этом отношении давал пример иным, более молодым, мужчинам. Костюм Ивана Павловича всегда был строг, но элегантен: со вкусом

подобранный галстук, на лацкане пиджака поблескивал маленький изящный золотой значок члена Академии наук. Я как-то не утерпела и похвасталась, что автором этого значка является художник И.П. Сапфиров - мой муж.

Ведя какое-либо заседание, Иван Павлович неизменно соблюдал некий ритуал: он называл очередного выступающего полным именем со всеми его титулами. Не раз приглашая и меня на трибуну, он как-то подчеркнуто (или мне это только казалось?!) произносил: "Кандидат химических наук Е.А. Терентьева". В его устах это звучало для меня как-то укоризненно. Короче говоря, Иван Павлович, вольно или невольно, но заставил меня заняться оформлением докторской диссертации, благо материал для нее был уже давно накоплен - надо было только вплотную приняться за ее написание. И вот к осени 1977 г. я представила свой труд в наш совет в ИНЭОСе. Конечно, преподнесла автореферат и Ивану Павловичу, который дал моей работе хорошую оценку.

На защите проголосовали единогласно "за". Но как раз в этот период ВАК стал проявлять особую бдительность в отношении соответствия состава совета тематике диссертаций. В результате мне было предложено доложить работу вторично перед другим советом, в составе которого есть не только органики, как у нас в ИНЭОСе, но и аналитики, а именно в Одесском физико-химическом институте.

Я сочла это не совсем справедливым, так как до меня через наш же совет прошли и без возражений были утверждены ВАК две докторских тоже по элементному анализу органических соединений. Опять кинулась к Ивану Павловичу. Но был январь, и он, как обычно, отдыхал на зимних каникулах в любимом Узком. Тем не менее получила от него письмо, которое бережно храню до сих пор. В нем Иван Павлович с открытой душой предлагает свою помощь. Однако к этому времени, как оказалось, моя диссертация уже "уехала" в Одессу. После моего доклада там, у Богатского, его совет проголосовал за меня тоже единогласно. Так что ВАК ничего другого не оставалось, как присудить мне степень доктора химических наук, но изменив специальность с "органической" на "аналитическую", чего, собственно, ВАК и добивался. Так что помощь Ивана Павловича тогда не понадобилась. Тем не менее я всегда с благодарностью вспоминаю его дружескую руку, с готовностью протянутую мне для поддержки в трудную для меня минуту.

Не раз довелось мне бывать с Иваном Павловичем на зарубежных конференциях. Помню интереснейшую во всех отношениях поездку в 1972 г. в Японию. Гордилась я Иваном Павловичем в Швейцарии в 1977 г. Тогда он был избран почетным председателем очередного международного симпозиума по микрохимии. В соответствии с этим событием там, в высокогорном Давосе, у здания конгрессов на отдельном особом месте был установлен наш государственный флаг. Я с удовольствием сфотографировала улыбающегося Ивана Павловича в окружении его учеников на фоне сверкающих снегом Альп, пронзительно-голубого неба и свежей весенней зелени.

Когда Иван Павлович отмечал свое 70-е летие, я была приглашена в числе гостей в ресторан "Украина". По этому торжественному случаю у меня родились вот такие

немудреные, но искренние стихи:

Вы у химиков спросите:
"Кто наш главный аналитик?"
Здесь не нужен комментарий –
Каждый скажет: "Алимарин!"

Почитаем нынче всеми
Алимарин-академик:
Без него не может ВАК,
Не обходится ЮПАК.

Нужен он в университете –
Каждый день на факультете.
Без него дела плохи
В ЖАХе также, в ГЕОХИ...

Знает чех, румын, болгарин,
Кто такой наш Алимарин,
Знает Белчер и Кольтгоф,
Алимарин наш каков.

Изучил он все металлы,
Для любого минерала
Помнит он, какой процент
В нем имеет элемент.

Он расскажет вам в деталях,
Как определяют таллий
И каков кратчайший путь,
Чтобы анализ был на ртуть.

Как вам нужно поступить,
Чтоб цирконий отделить,
И во сколько можно стадий,
Сконцентрировать ванадий.

Он вам скажет, сколько цинка
Входит в лунную пылинку,
Без труда узнает вмиг,
Чист ли полупроводник.

Словом, посудите сами:
Нелегко ему экзамен
Сдаст не то чтобы студент -
Даже доктор иль доцент!

Что ж сказать про диссертантов
(Хоть и с проблеском талантов):
Ведь, они, дрожа, свой труд
Алимарину дают.

Он же прямо на совете
(Каждый раз, вот вы заметьте!)
Диссертацию берет,
Лист последний отвернет

И, смотря в очки сурово,
На бумаге слово в слово
Замечаний пишет ряд,
Ничего не говоря:

Где не так даны цитаты,
Где неточны цифры, даты.
И, конечно, пожурит,
Коли подпись не стоит.

Речь теряет соискатель
(Помоги ему, Создатель),
Но зато малейший брак
Не пропущен будет в ВАК.

Постоянно удивляет:
Как он всюду успеваешь?!
У него, наверно, час
Больше втрое, чем у нас!

Но когда приходит лето,
Посреди июля где-то,
Так устанет от народа,
Что потянет на природу

Подышать сосновым бором,
Что над окским над простором,
Или тихим вечерком
Помечтать над поплавком,

А зимою в милом Узком
Любоваться снегом русским,
Пригубив из рюмки чуть,
День Татьянин вспомнить...

Нынче ж мы поднимем чару,
Прославляя юбиляра

И желая для него
Наилучшего всего!

В канун 80-летнего юбилея Ивана Павловича я написала ему письмо. Начала я его традиционным обращением: "Глубокоуважаемый и дорогой Иван Павлович!". А дальше я рассказала чистосердечно, за что именно я его глубоко уважаю и почему он мне действительно очень дорог. Когда Иван Павлович так тепло благодарил меня за это послание, у меня невольно возникло чувство радостного удовлетворения. Ведь я при жизни Ивана Павловича высказала ему все то хорошее, что испытывала по отношению к нему. А то, что я написала в своих воспоминаниях, он, увы, уже никогда не прочитает.

В моей памяти навсегда сохранятся приветливая улыбка и крепкое рукопожатие Ивана Павловича при многих наших встречах с ним в течение почти 20 лет совместной разнообразной научно-общественной работы на ниве аналитической химии.

Ю.А. Устынюк

Впервые я увидел его, когда начал слушать лекции по аналитической химии в сентябре 1954 г. Профессор Иван Павлович Алимарин был элегантен, строен, сдержан в жестах. Прекрасная дикция, звонкий голос, строгость в изложении. Лекции его показались поначалу малоинтересными и скучноватыми. И лишь через три месяца я обнаружил в них удивительную глубину.

Делом чести всякого студента 2-го курса, работавшего в большом практикуме по качественному анализу, было вовремя сдать "профессорскую задачу". Из каждой группы Иван Павлович выбирал наугад двух студентов и давал им задачи сам. Вернувшись со всесоюзных соревнований по конькам, я спешно догонял ушедших вперед товарищей и заканчивал последние работы. Выбор профессора пал на меня. Пригласив в кабинет, он подал мне маленькую колбочку с прозрачной жидкостью и желтоватым осадком на дне. Это было в четверг 23 декабря 1954 г.

В понедельник у меня был готов ответ. В осадке находился основной нитрат висмута, о чем я и сообщил профессору. Он посмотрел меня, одобрительно кивнул и добавил: "Но там было еще одно вещество. Идите и подумайте еще". Самым тщательным образом я переделал задачу, а затем снова повторил анализ. Вечером 31 декабря, за 7 часов до наступления Нового года, я вновь пришел в его кабинет и сказал: "Иван Павлович! Только основной нитрат висмута. Больше нет ничего. Я проверил дважды", - "Вы ошибаетесь, мой друг. Если Вы как следует подумаете, то сможете мне сразу назвать еще одно вещество", - сказал профессор. Мой лоб покрылся холодным потом. Я держал на ладони проклятую колбочку с остатками осадка под тонким слоем жидкости. "Итак, - улыбнулся профессор, - осадок - это основной нитрат висмута. Правильно. Это осадок на дне колбы. Думайте, есть ли в ней что-нибудь еще?" - "Боже мой! Вода!" - завопил я. Иван Павлович засмеялся: "Видите, иногда самое трудное - обнаружить очевидное! С Новым годом! Желаю успеха". Он протянул мне

зачетную книжку. "Самое трудное - обнаружить очевидное!!!" - повторял я, пулей вылетая с факультета. Это был второй год работы Ивана Павловича на химическом факультете МГУ, а для меня - второй год учебы.

После сдачи экзамена я забыл об аналитике. Органическая химия и металлоорганические соединения захватили меня. Но слова "иногда самое трудное - обнаружить очевидное" остались на всю жизнь и выручали меня не раз.

Одно время, уже будучи сотрудником МГУ, я в душе считал академика Алимарина ретроградом. Его выступления на ученом совете бывали резкими. Он частенько выступал против новшеств, но его критические замечания всегда попадали в самое уязвимое место. На защите моей докторской диссертации он неожиданно задал мне пару таких вопросов, которые мог задать только настоящий профессионал. Сложные чувства я испытывал по отношению к нему. Это была смесь глубокого уважения к его уму и эрудиции с некоторым неодобрением.

Прошло 35 лет... И вот 27 ноября 1989 г. я пришел в его кабинет в назначенный час. Он был по-прежнему элегантен, подтянут и строг, так же четко звучала его речь. Сейчас, вновь прослушивая запись нашей беседы, я удивляюсь сохранившейся увлеченности этого немолодого человека, ясности его мысли. В этой книге приводится текст беседы почти без купюр (см. с. 34), и я еще раз убеждаюсь в том, что самое трудное иногда - "обнаружить очевидное". В его смерть не хочется верить.

А.Б. Шаевич

Деятельность И.П. Алимарина была многогранной, и редко кому удастся охарактеризовать ее достаточно полно. Но каждый из его друзей, сотрудников, учеников и лиц, даже эпизодически вступавших с ним в контакт, может внести свою лепту.

Мне посчастливилось сотрудничать с ним в связи с развитием одного из новых направлений в аналитической химии и в работе аналитической службы - метрологических аспектов химического анализа. Впоследствии сотрудничество переросло в неформальные отношения. Какие именно? Если налицо общие интересы, если человек тебе помогает, если критикует, но доброжелательно, если ты, со своей стороны, стремишься быть ему полезным, оказывать ему содействие в его деятельности, то как такие отношения называть? Рискну назвать их дружескими.

Но сначала - о сотрудничестве.

В связи с появлением многочисленных новых материалов ответственного назначения и ужесточением требований к качеству традиционных материалов в начале 60-х годов возникла проблема, которую впоследствии стали называть проблемой метрологического обеспечения деятельности аналитической службы. Ее решение во многом основывалось на разработке и совершенствовании методов анализа и аппаратуры, подготовке специалистов. Но все это, будучи необходимым, оказалось недостаточным.

Многочисленные анализы одних и тех же проб в разных лабораториях часто имели

существенно различные результаты. Выход из создавшейся ситуации заключался в использовании стандартных образцов - веществ, состав которых установлен с достаточной точностью, адекватных анализируемым пробам по общей композиции. Другой важной областью применения таких образцов является получение градуировочных характеристик при использовании "аппаратурных" методов, в том числе наиболее широко распространенных методов атомно-эмиссионного спектрального анализа.

Подобные образцы выпускались, начиная с 30-х годов, для нужд анализа материалов черной металлургии и, частично, цветной. Но потребность в них была значительно большей. В них остро нуждалась не только металлургическая промышленность, но и геолого-разведочная служба, химическая, радиоэлектронная промышленность и смежные отрасли, агрохимическая служба и пищевая промышленность, клиническо-химические лаборатории и лаборатории, выполняющие анализы в целях наблюдения и контроля за загрязнениями окружающей среды, и многие другие.

Все изложенные обстоятельства привели к идее создания в стране Государственной службы стандартных образцов (ГССО). Необходимость такой службы была осознана не всеми и не сразу. Не было также единых взглядов на способ ее реализации: высказывалось, например, мнение о том, что надо создать некий суперинститут, который выпускал бы стандартные образцы для большинства отраслей народного хозяйства. В конечном итоге была принята концепция, согласно которой ГССО должна была действовать как система координированной деятельности метрологических органов и отраслевых аналитических служб, возглавляемая образованным в 1966 г. Всесоюзным научно-исследовательским центром - ВНИЦ ГССО. Но создание сети базовых лабораторий шло с трудом и медленно.

Обсуждая сложившуюся ситуацию с И.П. Алимариным (я был назначен руководителем ВНИЦ ГССО), мы пришли к выводу о необходимости придать проблеме общественное звучание и получить широкую поддержку научно-исследовательских организаций и промышленных лабораторий. С этой целью была подготовлена и опубликована в газете "Социалистическая индустрия" статья "Малые эталоны ищут хозяина"^{2*}. Она вызвала многочисленные отклики^{**}.

В обзоре писем читателей были, в частности, приведены мнения заместителя директора института "Гиредмет" Э. Бочкарева, члена бюро Комиссии по спектроскопии Отделения физико-математических наук Академии наук СССР С. Райского, директора Всесоюзного института стандартных образцов Министерства черной металлургии Ю. Плинера, сотрудников Государственного оптического института П. Ярославского и Г. Старцева, работников конструкторских бюро Б. Черепашенца и Н. Коптелова, заместителя министра цветной металлургии В. Костина и других.

* *И. Алимарин, А. Шаевич, А. Богораз //Социалистическая индустрия, 1969, 30 июля.*

* *Плинер Ю //Социалистическая индустрия. 1969, 25 окт.*

* *Ю. Андреев //Социалистическая индустрия. 1969, 22 нояб.*

Во всех отзывах отмечалось, что предложения статьи заслуживают поддержки и быстрой реализации. Это способствовало тому, что к середине 70-х годов число организаций, участвующих в создании стандартных образцов, исчислялось уже десятками. Немалая заслуга в этом и И.П. Алимарина, который находил время встречаться с руководством Госстандарта СССР и министерств, с тем чтобы привлечь внимание к проблеме.

С течением времени становилось все более очевидным, что сущность оптимизации деятельности аналитической службы по критерию точности результатов анализа не исчерпывается всем изложенным. Действительно, дело не только в том, чтобы обеспечить выполнение некоторых, обычно эмпирически сложившихся требований к точности. Следовало развить подходы к обоснованию таких требований, рассмотреть, насколько согласованы подобные требования с нормами на содержание каждого компонента в каждом материале, разработать теорию и расчетный аппарат для объективного обоснования и нормирования требуемой точности, обсудить пути сближения требуемой точности и той точности, которую можно реально обеспечить. В общем, речь шла о формировании специфического, ранее недостаточно развитого направления в аналитической химии и ее приложениях. Эту проблему мы неоднократно обсуждали с И.П. Алимариным, который активно поддерживал усилия, направленные на ее решение.

И здесь хотелось бы перейти от изложения деловых аспектов сотрудничества к примерам, иллюстрирующим чисто человеческие качества Ивана Павловича.

По результатам исследований и разработок, тематика которых изложена выше, мною была подготовлена монография*. Иван Павлович любезно согласился написать к ней предисловие. И что характерно для него - в нем он не только высказал свои взгляды на проблему, но и постарался поддержать автора: указал, что книга является первой попыткой изложить метрологические основы системы аналитической службы и стандартизации состава вещества и методов их испытаний, дал ко многому обязывающую характеристику автора как ученого.

Вообще "выводить в свет" перспективного специалиста было для И.П. Алимарина правилом. В течение почти трех десятилетий я имел возможность наблюдать, как выращивал он своих многочисленных учеников, которые впоследствии становились первоклассными учеными. В их числе следует прежде всего назвать Ю.А. Золотова, ныне академика, взявшего на себя нелегкий труд продолжать и развивать дело его учителя и друга.

Поддержку Ивана Павловича ощущал и я. Незадолго до защиты моей диссертации на соискание ученой степени доктора химических наук он включил мое сообщение в программу годичной сессии Отделения химических наук Академии наук СССР. Это способствовало привлечению внимания ведущих ученых страны к проблеме оптимизации деятельности

* *А.Б. Шаевич.* Измерение и нормирование химического состава вещества. М.: Изд-во стандартов, 1971. 280 с.

аналитической службы и к формированию важного направления в аналитической химии.

Известно, что защита и последующее рассмотрение диссертации, тема которой - на стыке нескольких научных дисциплин, обычно сопряжена с затруднениями. Подобные затруднения возникли и при рассмотрении моей диссертации "К проблеме точности количественного анализа" в Высшей аттестационной комиссии. Как сообщили мне впоследствии, каждый из нескольких рецензентов дал диссертации положительную оценку по "своему" разделу, но в целом оценить ее не брался.

На заседании экспертной комиссии при обсуждении сложившейся ситуации Иван Павлович поддержал нетривиальное решение, автор как специалист членам комиссии известен и незачем настаивать на выполнении формальностей. На том и порешили: приняли рекомендацию искомую ученую степень присудить.

И.П. Алимарин всегда стремился подчеркнуть вклад других. Типичными его высказываниями, например, на заседаниях бюро Научного совета Академии наук СССР по аналитической химии или на годовых сессиях этого совета были: "Мы с... (далее следовало имя и отчество) изучали..." или "Мы с... предприняли..." . Если мнения не совпадали, Иван Павлович полагал необходимым подчеркнуть, что, оставаясь при своем мнении, он уважает мнение другого, - это были прекрасные и впечатляющие уроки этики.

Доброжелательный, доступный, всегда готовый помочь, подтянутый, я сказал бы - аристократически выглядевший, подвижный, нередко с лукавинкой в глазах, и при этом чуждый даже намека на высокомерие, - таков остался Иван Павлович в памяти всех, кто его знал.

К.Б. Яцимирский

Ивана Павловича Алимарина я знал более сорока лет. Он был крупнейшим химиком-аналитиком Советского Союза, выдающимся ученым, теснейшими узами связанным с практикой, организатором науки, воспитателем молодых исследователей, педагогом, весьма разносторонним человеком, отличавшимся к тому же исключительной доброжелательностью.

Мои первые встречи и первые контакты с И.П. Алимариным относятся к концу сороковых годов. Эти контакты были связаны в первую очередь с преподаванием аналитической химии в химико-технологических вузах. Химики-аналитики в то время были, пожалуй, наиболее активными в отношении освоения новых методов преподавания, новых подходов к аналитической химии и к новым методам химического анализа.

И.П. Алимарин с 1943 по 1953 г. возглавлял кафедру аналитической химии Московского института тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова и ввел там в 1946 г. впервые в нашей стране преподавание полумикрометода качественного анализа. Введение этого метода резко изменило облик аналитической лаборатории, ее атмосферу (в буквальном и в переносном смысле этого слова) и приучало студентов не только к

пользованию новой техникой химического анализа, но и к умению работать четко, аккуратно и вдумчиво.

В 1948 г. я возглавил кафедру аналитической химии в Ивановском химико-технологическом институте и решил также ввести преподавание качественного анализа в полумикроварианте. При этом наш коллектив широко использовал опыт кафедры И.П. Алимарина. Особую роль во введении качественного полумикроанализа сыграло появление замечательного учебного пособия: И.П. Алимарин и В.Н. Архангельская "Качественный полумикроанализ" (М.-Л.:Госхимиздат, 1949. 189 с.). Это пособие выдержало два издания. А я бережно храню экземпляр этой книги с дарственной надписью авторов, датированной 3 января 1950 г.

В 1953 г. И.П. Алимарин возглавил кафедру аналитической химии Московского государственного университета им. И.В. Ломоносова, но наши связи не только не ослабились, но и укрепились главным образом в области научных исследований, имеющих прямое отношение к аналитической химии. В то время во всем мире интенсивно развивались исследования реакций комплексообразования в растворах, чрезвычайно важных для аналитической химии. Многие химики-аналитики стали выдающимися специалистами в области координационной химии и наоборот. Появился новый раздел аналитической химии - комплексонометрия.

В октябре 1954 г. в Иванове проводилось первое, несколько необычное совещание по применению комплексных соединений в аналитической химии. В работе совещания принимал активное участие и И.П. Алимарин наряду с другими выдающимися представителями неорганической и аналитической химии (И.И. Черняев, И.В. Тананаев, А.К. Бабко, Н.П. Ко-марь, А.В. Николаев, В.Ф. Торопова и др.). На кафедрах аналитической химии Советского Союза интенсивно развивались исследования в области координационной химии. На этой почве снова появились общие интересы, И.П. Алимарин и его сотрудники активнейшим образом включились в исследование методов и подходов координационной химии и возможности применения их в химическом анализе. Многие проблемы, связанные с этой областью химии, мы обсуждали в Иванове.

С появлением кинетических методов анализа на рубеже пятидесятих-шестидесятих годов Иван Павлович в многократных беседах со мной указывал на новые возможности "кинетических" подходов к аналитической химии, на важность изучения кинетики не только каталитических реакций, но и "обычных" реакций, применяемых в химическом анализе. Многочисленные его сотрудники занялись исследованиями кинетических методов анализа.

В конце пятидесятих-начале шестидесятих годов интенсивно развивались международные контакты: в СССР приезжали выдающиеся аналитики из-за рубежа (я хорошо помню приезд в ГЕОХИ И. Кольтгофа в 1957 г.). За рубеж на различные конгрессы, конференции, симпозиумы и совещания, посвященные аналитической химии, выезжали представительные делегации, возглавляемые И.П. Алимариным.

Мне особенно запомнились три таких выезда советских делегаций на крупные международные форумы по аналитической химии: в Чехословакию (в Прагу и Брно) в 1959 г., в Венгрию (Будапешт) в 1961 г. и в ГДР (Дрезден) в 1965 г. На всех этих форумах И.П. Алимарин выступал с интересными докладами на актуальные темы современной аналитической химии. Везде проводились увлекательные дискуссии, живые беседы между советскими и зарубежными химиками-аналитиками. Участие И.П. Алимарина в таких неофициальных беседах всегда вносило дух доброжелательности и взаимопонимания. Установленные за рубежом контакты получали дальнейшее развитие.

Особенно теплые воспоминания об Иване Павловиче у меня (и, я полагаю, у многих других химиков) сохранились в связи с работой Научного совета АН СССР по аналитической химии. И.П. Алимарин всегда активно участвовал в работе совета, но особенно его большие организаторские способности проявились начиная с 1968 г., когда он возглавил этот Научный совет.

Научный совет по аналитической химии довольно существенно отличался от других аналогичных научных советов по многим признакам. Особенно необычными и интересными были годовые сессии этого совета. На сессию Научного совета приглашалось много участников (несколько сот человек) разных профессий, связанных с аналитической химией (научные работники, педагоги, руководители и сотрудники заводских лабораторий, производственники и др.) из различных регионов Советского Союза. Сессии обычно продолжались больше недели и предусматривали проведение ряда симпозиумов, семинаров и т.д. За это время в спокойной и деловой обстановке обсуждались разнообразные проблемы аналитической химии, устанавливались полезные контакты, между учеными и производственниками обсуждались возможности выполнения совместных научно-исследовательских работ и т.д.

Интересной особенностью таких годовых сессий являлось то, что по инициативе И.П. Алимарина на них выносились методологические, общенаучные вопросы, не имеющие, на первый взгляд, прямого отношения к аналитической химии. Вспоминаю, как в 1985 г. Иван Павлович предложил мне выступить на сессии совета с докладом о колебательных химических реакциях.

И.П. Алимарин обладал огромной эрудицией, он интересовался проблемами химии, физики, астрономии, биологии. Вспоминаю, как в Звенигороде во время одной из сессий в вечернее время Иван Павлович рассказывал участникам сессии о звездном небе, созвездиях, их взаимном расположении и т.д.

Иван Павлович любил науку, он был ей беззаветно предан. Многими успехами аналитической химии обязана ему прямо и косвенно, так как он не только сам много трудился, но и вдохновлял большое число исследователей на работу в этой области.

До самых последних дней своей жизни И.П. Алимарин жил наукой, поддерживал теснейшие контакты с химиками-аналитиками нашей страны и зарубежья, проявлял огромную заботу по отношению к людям, его окружавшим.

З.В. Митрофанова

Штрихи к портрету счастливого человека

Иван Павлович был счастливым человеком. И сам он так считал, и окружающие это видели. В нем сочетались тяга к одиночеству, наполненному творческим трудом, и любовь к людям. Педантизм - и импульсивность; умение полностью выкладываться на работе - и совершенно отключаться от нее, отдыхая; сознание своей значительности - и полное отсутствие чванства. Я хочу немного рассказать об этих "составляющих" его светлой, счастливой натуры.

Главным для Ивана Павловича была, конечно, работа. Действительно главным. За несколько дней до смерти, уже будучи в реанимации, он прислал записку, нацарапанную на каком-то клочке бумаги. Там было только одно предложение: "Ужасно скучаю по своим сотрудникам...".

В молодости, приходя домой, Иван Павлович ужинал, ложился спать на час-полтора и потом сидел за письменным столом до четырех часов утра. И это никогда не было насилием над собой, а только внутренней потребностью. С возрастом эти ежедневные ночные бдения сократились, но немного - на два-три часа.

И в научной работе, и в быту проявлялись одни и те же черты Ивана Павловича: любовь к порядку, организованность, увлеченность. Как и у каждого хорошего экспериментатора, у него были золотые руки. Он мог починить все. И если уж брался за какое-то дело, доводил его до конца во что бы то ни стало, не считаясь при этом со временем. Особенно долго почему-то приходилось возиться с кранами. Дело в том, что в нашем доме (одно из зданий МГУ) нестандартная сантехника, чинить которую не берется ни один слесарь. А Иван Павлович не терпел неряшливости, разболтанности, не мог равнодушно смотреть, как течет вода в ванной или на кухне. И чинил, чинил, чинил... Иногда по несколько дней. И по-детски гордился, закончив этот "творческий труд".

Возвращаясь к науке, хочу отметить еще одну черту Ивана Павловича. Разумеется, он очень берег время, часто торопился начать работу. Но никогда не спешил ее окончить. Не суетился, не мечтал "быстрее отделаться" и получить результат. Процесс труда был для него самоценен. Он часто повторял, что настоящий ученый - это человек влюбленный, бескорыстный и радостный.

Каждый год напряженная работа, начатая в сентябре, обрывалась после студенческой сессии - наступали каникулы. Иван Павлович любил и умел отдыхать. Но полтора-два месяца он совершенно отключался от дел. В молодости ходил в горы. Свадебное путешествие мы провели в Балкарском ущелье. Потом ездили по Кавказу в Теберду, Сванетию. Наняв провожатого с ишаком, забирались на Эльбрус... Очень счастливые это были путешествия.

После войны отдых стал более "оседлым" - все годы мы снимали дачу в Ступино, на Оке. У Ивана Павловича была своя моторная лодка, и целые дни он проводил на реке. Любил рыбалку, подходил к ней как истый ученый: собрал гору литературы, вел записки, ставил "эксперименты" по завлечению рыбы. Очень любил ночную Оку, сидел у костра на берегу

(иногда, впрочем, с прозаической целью - вместе с другими рыбаками коптили рыбу).

Иван Павлович любил природу, по-настоящему отдыхал в общении с ней.

Увлечений "вненаучных" у него было немного. Главное — классическая музыка. В доме всегда была самая современная звукотехника. Любимые композиторы - Чайковский, Моцарт, Бетховен, Лист, Шопен. Еще - итальянский вокал, опера. Нередко, особенно в последние годы, слушал музыку со слезами на глазах. В санаторий "Узкое", где Иван Павлович бывал регулярно, обязательно брал с собою магнитофон и в один из дней объявлял "концерт". Намечал программу, писал афишу, и в назначенное время в зале звучала его любимая музыка. Концерты эти стали традицией; завсегдатаи "Узкого", видя Ивана Павловича, всегда спрашивали у него, что он привез, и были очень ему благодарны.

Любовь к людям - еще одна примета счастливого человека - была присуща Ивану Павловичу. Общение "тонизировало" его. У него было много друзей, он легко сходилась с незнакомыми людьми. При этом был очень демократичен. И не то что по манере поведения - нет, по внутреннему ощущению. Может быть, тут сказалась российская, дореволюционная еще культура, впитанная в детстве.

При женщинах, в том числе студентках, - вставал, просто не мог сидеть. С молодыми учениками общался подчеркнуто уважительно; это, конечно, эстафета, принятая от учителей. Даже поставив двойку на экзамене, Иван Павлович пытался тут же утешить, ободрить неудачника. Но при всем сочувствии на компромиссы не шел, знания оценивал честно.

На людях в Иване Павловиче проявлялось что-то актерское. И в манере вести лекции, и в том, как он "царил" за столом, среди гостей (но не как записной тамада, а просто - "душа общества"). Элегантно одевался, всегда был подтянут, собран. Даже на даче ходил в безукоризненно выглаженных брюках. А уж на работе...

В выступлениях Ивана Павловича всегда был элемент импровизации. Заранее он намечал только тезисы, в остальном полагался на свое знание предмета и чутье языка. А русский язык он чувствовал прекрасно. Речь его была яркой, богатой, образной. К ней очень подходила формула: "Кто ясно мыслит - ясно излагает". Того же, кстати, он требовал и от сотрудников: найдя в диссертации, присланной на отзыв, безграмотные выражения, канцеляризм - вымарывал их и просил переделать.

Иван Павлович любил молодежь. Часто "перехватывал" друзей, пришедших к сыну, уводил в свой кабинет и часами спорил с ними. Сам он никогда не чувствовал себя стариком; наоборот, к концу жизни круг его интересов расширился. И сейчас, разговаривая с людьми, знавшими мужа, я вижу: в их памяти он остался навсегда бодрым, подтянутым, элегантным - и молодым, душевно молодым в любом возрасте.

Отклики зарубежных ученых на кончину И.П.Алимарина

Профессор *Б.Хэнман*, президент (1990 г.) Королевского химического общества, Великобритания:

С глубокой скорбью прочитали мы извещение о... кончине академика Ивана Павловича Алимарина, Почетного члена Королевского химического общества.

Профессор *Т. Бернс*, президент (1990 г.) Отделения аналитической химии Королевского химического общества, Великобритания:

Аналитическое отделение Королевского химического общества наградило его незадолго до кончины Золотой медалью Роберта Бойля. Отделение хотело бы вручить эту награду его семье.

Доктор *А. Макдональд*, одна из организаторов и в течение многих лет редактор журнала *Analytica Chimica Acta*, Великобритания:

Думаю, что он прожил прекрасную жизнь, и я уверена, что многие и за пределами России будут оплакивать уход одного из "отцов" современной аналитической химии. Несомненно, он многое сделал как на поприще русской аналитической химии, так и для международного авторитета аналитической химии.

Впервые я встретила с Иваном Павловичем Алимариным на конференции в Бирмингеме в 1958 г. В то время я была научным сотрудником - всего лишь младшим, - но я помню, какое глубокое впечатление произвели на нас не только деятельность, но и искренняя доброта и великодушные этого человека. Тогда и завязались теплые дружеские отношения между профессором Алимариным и моим учителем, профессором Роном Белчером; последовали многочисленные радостные встречи в Бирмингеме, Москве, других местах. Думаю, что эти ученые одними из первых доказали, что политика не обязательно влияет на добрые научные отношения; во всяком случае, они были одними из первых среди химиков-аналитиков. У нас остались самые добрые воспоминания о конференции ИЮПАК, проходившей в 1965 г. в Москве, где нас так превосходно принимали и во время которой мы познакомились со многими вашими учеными...

Мы все надеялись вновь встретиться в этом году с Иваном, чтобы вручить ему награду Королевского химического общества. Как грустно, что этого не случится. Но многие, в числе которых и я, дорожат воспоминаниями об Иване и скорбят о его кончине. Немногие сочетают блистательные научные качества с таким величием духа. Многим за пределами России будет его не хватать.

Профессор Г. *Тэльг*, директор Института спектроскопии и прикладной спектроскопии, Дортмунд, ФРГ:

Печальная весть о кончине профессора Алимарина вызвала у меня искреннюю скорбь. Как вы знаете, я ценил в профессоре Алимарине старшего друга, одного из лучших моих учителей... С его кончиной наша семья аналитиков потеряла великого первооткрывателя.

Профессор К. *Дёрфель*, ГДР (ныне ФРГ):

Впервые я встретился с профессором Алимариным 30 лет назад. С тех пор я всегда считал его виднейшим ученым и уважал как крупного специалиста, создателя аналитической химии. Благодаря многочисленным личным встречам и беседам искреннее мое уважение возрастало.

Профессор Г. *Аккерманн*, ГДР (ныне ФРГ):

С его кончиной потерял известного ученого, чью деятельность высоко ценили и за пределами вашей страны. Его разносторонние труды составили весьма существенный вклад в дальнейшее развитие аналитики и сохраняют его имя для будущего. Я лично знал его как доброго друга и высоко ценил его готовность помочь во всем. Всегда буду вспоминать о нем с огромным уважением и большой симпатией.

Профессор Т. *Фуджинага*, Япония:

Я никогда не забуду счастливые дни нашей совместной работы в ИЮПАК на поприще не только аналитической химии, но и других областей химической науки. Профессор Алимарин прилагал значительные усилия по реализации различных советско-японских программ по обмену в области аналитической химии. Воспоминания о встречах с профессором Алимариным буду вечно хранить не я один, но и все члены Японского общества аналитической химии.

Профессор С. *Фудживара*, Япония:

Выражаю мое сердечное соболезнование по поводу кончины профессора Алимарина. С сердечными воспоминаниями о большом вкладе профессора Алимарина...

Профессор Дж. *Моррисон*, главный редактор (1990 г.) журнала "Analytical Chemistry", США:

У меня в памяти яркие воспоминания о визите в его лабораторию в 1965 г. Он многое сделал для аналитической химии, и нам будет не хватать его.

Профессор *Т. Браун*, редактор "International Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry", Венгрия:

С великим прискорбием узнал я о кончине профессора И.П. Алима-рина. Мы считаем, что это большая потеря для международного научного сообщества аналитической химии.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Основные даты жизни и деятельности академика И.П.Алимарина

Иван Павлович Алимарин родился 11 сентября 1903 г. в Москве.

1915 г. Окончил Рогожское начальное училище в Москве.

1915—1923 гг. Учился в Московском коммерческом училище (с 1917 г. — 2-й Московский промышленно-экономический техникум им. Г.В. Плеханова).

1919—1921 гг. Лаборант-химик на курсах для рабочих при Институте народного хозяйства им. Г.В. Плеханова (Москва).

1920—1930 гг. Лаборант и преподаватель химии Рабфака при Институте народного хозяйства им. Г.В. Плеханова (Москва).

1923—1927 гг. Старший лаборант, преподаватель химии 2-го Московского промышленно-экономического техникума им. Г.В. Плеханова.

1923—1953 гг. Младший научный сотрудник, заместитель заведующего петрохимической лабораторией, заведующий химико-аналитической лабораторией, заместитель директора по химико-технологической части Всесоюзного научно-исследовательского института минерального сырья (до 1935 г. Институт прикладной минералогии).

1926—1928 гг. Студент геолого-разведочного факультета Московской горной академии.

1929—1941, 1943—1953 гг. Ассистент, доцент, заведующий лабораторией анализа минералов и руд редких элементов кафедры минералогии, заведующий кафедрой аналитической химии, профессор Московского института тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова.

1932 г. Вступил во Всесоюзное химическое общество им. Д.И. Менделеева.

1935 г. Присвоена ученая степень кандидата химических наук без защиты диссертации.

1939-1961 гг. Член экспертной комиссии по химии Высшей аттестационной комиссии Министерства высшего и среднего специального образования СССР (ВАК).

1939—1989 гг. Член, с 1944 г. заместитель председателя, с 1955 г. председатель Комиссии по аналитической химии АН СССР (с 1961 г. Научный совет по аналитической химии).

1944 г. Награжден орденом Красной Звезды за успешное выполнение заданий Правительства в области обеспечения промышленности запасами минерального стратегического сырья^{*}.

1945—1989 гг. Член редколлегии журнала "Заводская лаборатория" (Москва).

1946 г. Награжден медалью "За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг."

1946—1989 гг. Член редколлегии, в 1963—1988 гг. главный редактор "Журнала аналитической химии" (Москва).

1947—1952, 1966—1989 гг. Член редакционного совета, председатель секции аналитической химии редакционного совета Государственного химического издательства (с 1964 г. издательство "Химия").

1948 г. Награжден медалью "В память 800-летия Москвы".

1948—1989 гг. Старший научный сотрудник, профессор, заведующий лабораторией радиохимии (с 1964 г. - лаборатория чистых веществ, затем лаборатория радиохимических методов и микроанализа, лаборатория радиоаналитических и электрохимических методов) Института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского АН СССР (Москва).

1950 г. Защитил докторскую диссертацию на тему "Теоретические основы аналитической химии ниобия и тантала и новые методы их определения".

^{*} Правда, 1944.15 янв.

- 1951 г. Награжден орденом Ленина за выслугу лет и безупречную работу.
- Награжден орденом Трудового Красного Знамени*.
- Утвержден в ученое звание профессора по аналитической химии Института тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова.
- 1953 г. Избран членом-корреспондентом АН СССР.
- 1953—1989 гг. Заведующий кафедрой аналитической химии, профессор химического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (МГУ).
- 1954 г. Награжден медалью "За трудовую доблесть".
- 1954—1989 гг. Член Ученого совета химического факультета МГУ.
- 1955—1989 гг. Член редколлегии серии "Научно-популярная литература" АН СССР.
- 1957 г. Командирован во Францию (Париж, Страсбург) на международную конференцию по применению радиоизотопов в научных исследованиях.
- Командирован в Польшу (Варшава, Краков) для чтения лекций в Польской академии наук и Институте ядерных исследований.
- Командирован в Польшу (Варшава) на II Польскую конференцию по аналитической химии.
- 1958 г. Командирован в Англию (Бирмингем) на Международный симпозиум по микрохимии.
- 1958—1989 гг. Член редколлегии журнала "Радиохимия" (Ленинград).
- 1959 г. Избран почетным членом Французского общества промышленной химии.
- Командирован в Чехословакию (Прага, Брно) на Конференцию по аналитической химии. На пленарном заседании выступил с докладом "Неорганический ультрамикрoанализ".
- 1959—1961 гг. Член Комиссии по спектроскопии АН СССР.
- 1959—1988 гг. Попеременно ассоциированный и титулярный член Комиссии по номенклатуре Международного союза теоретической и прикладной химии (ИЮПАК).
- 1959—1963, 1967—1971 гг. Титулярный член Отделения аналитической химии Международного союза теоретической и прикладной химии (ИЮПАК).
- 1960 г. Присуждена большая золотая медаль Выставки достижений народного хозяйства СССР за работы по химии полупроводниковых материалов.
- 1960—1963 гг. Член бюро Отделения химических наук АН СССР,
- 1960—1989 гг. Член Ученого совета по естественным наукам МГУ.
- 1961 г. Награжден медалью "За трудовую доблесть".
- Командирован в Венгрию (Будапешт) на I Венгерскую конференцию по аналитической химии. На пленарном заседании выступил с докладом "Применение ароматических фосфоновых кислот для отделения редких элементов".
- Командирован в Чехословакию (Прага) по приглашению Чехословацкой академии наук.
- Командирован в Канаду (Монреаль) на XVIII Международный конгресс теоретической и прикладной химии, где выступил с докладом "Определение следов в полупроводниковых материалах радиоактивационным анализом".
- 1962 г. Командирован в Англию (Бирмингем) на Международный симпозиум по аналитической химии, где выступил с докладом "Экстракция ниобия, тантала, титана, циркония и ванадия Ы-бензоил-М-фенилгидроксиламинол из сернокислых растворов".
- Командирован в Австрию (Вена) на I симпозиум по анализу атомных материалов Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ).
- 1962—1989 гг. Региональный редактор международного журнала аналитической химии "Talanta" (Англия).

* Вестн. МГУ. Серия 2, Химия. 1963. №N5. С. 70.

- 1963 г. Командирован в Англию (Лондон) на XIX Международный конгресс по теоретической и прикладной химии. На пленарном заседании выступил с докладом "Современные успехи и проблемы определения следов элементов в чистых веществах".
- 1963—1989 гг. Заместитель академика-секретаря Отделения физикохимии и технологии неорганических материалов АН СССР.
- Член Экспертной комиссии по присуждению золотой медали им. Д.И. Менделеева АН СССР.
- 1964 г. Командирован в Польшу по приглашению Варшавского университета для чтения лекций.
- Командирован в Австрию (Вена) на II симпозиум по анализу атомных материалов Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ).
- 1964—1970 гг. Заместитель председателя, с 1968 г. председатель Научного совета по чистым веществам и физико-химическим методам анализа АН СССР.
- 1965 г. Присуждена золотая медаль международного журнала аналитической химии "Talanta" за выдающиеся достижения в области аналитической химии.
- Командирован в Германскую Демократическую республику (Дрезден) на Международный симпозиум по химии и технологии чистых веществ, где выступил с докладом "Радиоактивационное определение примесей в веществах высокой чистоты".
- 1965—1989 гг. Член Ученого совета по неорганической и аналитической химии химического факультета МГУ.
- 1966 г. Избран действительным членом Академии наук СССР.
- Награжден бронзовой медалью Хельсинкского университета.
- Командирован в Финляндию (Хельсинки, Або) по приглашению Хельсинкского университета для чтения лекций.
- Командирован в Болгарию (София) по приглашению Болгарской академии наук для чтения лекций.
- Командирован в Венгрию (Будапешт) на II Венгерскую конференцию по аналитической химии. На пленарном заседании выступил с докладом "Применение арсеназо III и других азосоединений для фотометрического определения редких элементов".
- 1967 г. Награжден орденом Ленина за заслуги в развитии высшего и среднего специального образования, подготовке квалифицированных специалистов для народного хозяйства и достигнутые успехи в развитии научных исследований*.
- Командирован в Чехословакию (Прага) на XXI Международный конгресс по теоретической и прикладной химии.
- 1967—1970 гг. Член Ученого совета Всесоюзного научно-исследовательского института химических реактивов и особо чистых веществ (Москва).
- 1968 г. Избран почетным членом Общества аналитической химии Англии.
- Командирован в Польшу (Варшава) на III Польскую конференцию по аналитической химии. На пленарном заседании выступил с докладом "Использование экстракции для концентрирования следов элементов".
- Командирован в Германскую Демократическую Республику (Фрайберг, Берлин) по приглашению Фрайбергской горной академии для чтения лекций.
- 1968—1989 гг. Региональный редактор "Journal of Radioanalytical Chemistry" (Венгрия, Будапешт).
- 1969 г. Награжден бронзовой медалью Будапештского технического университета.
- Командирован в Венгрию (Будапешт) по приглашению Института общей химии Технического университета для чтения лекций.
- Командирован в Англию (Лондон, Бирмингем) на Международный симпозиум по аналитической химии. На пленарном заседании выступил с докладом "Аналитическая химия смешанно-

* Ведомости Верхов. Совета СССР. 1967. №N3. Приложение. С. 14.

лигандных комплексов".

1970 г. Награжден медалью "За доблестный труд. В ознаменование 100-летия со дня рождения Владимира Ильича Ленина".

— Командирован в Австрию (Грац) на Международный симпозиум по микрохимии, где выступил с докладом "Электрохимические ультрамикрометоды анализа".

— Командирован в Германскую Демократическую Республику (Дрезден) на Международный симпозиум по чистым веществам в науке и технике, где выступил с докладом "Определение примесей в боре нейтронно-активационным методом".

— Австрийским обществом микрохимии и аналитической химии награжден бронзовой медалью Фридриха Эмиха за выдающиеся достижения в области неорганической микрохимии и капельного анализа (Австрия, Грац).

— Награжден бронзовой медалью Георга Хевеши за активное участие в работе "Journal of Radioanalytical Chemistry" (Венгрия, Будапешт).

1970—1989 гг. Член экспертной комиссии по присуждению премии им. Л.А. Чугаева АН СССР.

— Член бюро Научного совета по химии и технологии полупроводников и высокочистых веществ АН СССР.

1971 г. Командирован в Румынию по приглашению Румынской академии наук для чтения лекций. Участвовал в работе III Румынской конференции по аналитической химии.

— Командирован в Венгрию на празднование 100-летия со дня основания Будапештского технического университета.

— Будапештским техническим университетом присвоено звание доктора honoris causa.

1972 г. Командирован в Японию (Киото) на Международную конференцию по аналитической химии.

— Присуждена Государственная премия СССР за разработку теории и новых физико-химических методов анализа высокочистых металлов, полупроводниковых материалов и химических реактивов*.

1973 г. Гетеборгским техническим университетом (Швеция) присвоено звание доктора философии.

— Награжден орденом Ленина.

— Командирован в Швецию для получения диплома почетного доктора наук Гете-боргского университета.

— Командирован в Польшу для чтения лекций в Варшавском университете.

1974 г. Избран почетным членом Химического общества ГДР.

— Командирован в Германскую Демократическую Республику для получения диплома почетного члена Химического общества ГДР.

— Избран почетным членом Академии наук Финляндии.

— В Таджикском университете (Душанбе) выступил с докладом на VIII Авиценновских чтениях и награжден медалью Таджикского университета и именной барельефом с изображением Авиценны.

1975 г. Награжден орденом Октябрьской Революции в связи с 250-летием АН СССР.

— Командирован в Венгрию (Будапешт) на международную конференцию "Евро-анализ-II".

1976 г. Бирмингемским университетом (Англия) присвоено звание доктора наук.

— Командирован в Англию для получения диплома почетного доктора наук Бирмингемского университета.

— Награжден медалью "Тридцать лет победы в Великой Отечественной войне*".

1977 г. Награжден золотой медалью университета им. Я.Э. Пуркине (Чехословакия, Брно).

— Командирован в Швейцарию на 7-й Международный симпозиум по микрохимии (г. Давос).

* Правда. 1972. 7 нояб. 148

- Командирован в Японию на Международный конгресс по чистой и прикладной химии (Токио).
- 1978 г. Командирован в Чехословакию для получения золотой медали Я.Э. Пуркине.
- Командирован в Югославию (Белград, Любляна) для чтения лекций.
- 1980 г. Присвоено звание Героя Социалистического Труда, награжден орденом Ленина и золотой медалью "Серп и Молот".
- Командирован в Австрию (Грац) на 8-й Международный симпозиум по микрохимии.
- 1981 г. Избран почетным членом Общества аналитической химии Японии и удостоен серебряной медали.
- 1989 г. Награжден золотой медалью Роберта Бойля Королевского химического общества (Англия).
- 1989 г. Скончался 17 декабря в Москве.

Список книг И.П.Алимарина

- Алимарин И.П., Архангельская В.Н.* Качественный полумикроанализ. Практическое руководство к лабораторным работам. М.—Л.: Госхимиздат, 1949. 191 с.
- Алимарин И.П., Архангельская В.Н.* Качественный полумикроанализ. Пер. с рус. Пекин, 1955. 289 с. На китайск. языке.
- Alimarin I.P., Arkhangelskaja V.N.* Qualitative Halbmikroanalyse. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften, 1956. 277 s.
- Алимарин И.П., Ушакова Н.Н.* Справочные таблицы по аналитической химии. М.: Изд-во МГУ, 1960. 55 с.
- Алимарин И.П., Петрикова М.Н.* Неорганический ультрамикроанализ. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 152 с.
- Алимарин И.П., Фрид Б.И.* Количественный микрохимический анализ минералов и руд. Практическое руководство. М.: Госхимиздат, 1961. 399 с.
- Alimarin I.P., Frid B.I.* Quantitative mikrochemische Analyse der Mineralien und Erze. Praktische Anleitung. Dresden—Leipzig: Steinkopff, 1965. 372 s.
- Алимарин И.П., Петрикова М.Н.* Качественный и количественный ультрамикрохимический анализ. М.: Химия, 1974. 191 с.
- Алимарин И.П., Фадеева В.И., Дорохова В.Н.* Демонстрационный эксперимент по общему курсу аналитической химии. М.: Химия, 1974. 286 с.
- Alimarin I.P., Fadeeva V.I., Dorokhoia E.N.* Lecture experiments in analytical chemistry. Moscow: Mir, 1976. 306 p.
- Алимарин И.П., Ушакова Н.Н.* Справочное пособие по аналитической химии. М.: Изд-во МГУ, 1977. 102 с.

Литература и жизни и трудах И.П.Алимарина

- Алимарин И.П. // Библиографический словарь деятелей естествознания и техники. М., 1958. Т. 1. С. 14.-Библиогр.: 4 назв.
- Алимарин Иван Павлович // БСЭ. 2-е изд. 1958. Т. 51. С. 13.
- Алимарин Иван Павлович // БСЭ. 3-е изд. 1970. Т. 1. С. 436, стб. 1284: портр. Библи-огр.: 5 назв.
- Алимарин Иван Павлович // Изв. АН СССР. Сер. хим. 1966. № И. С. 2064: портр. (Выборы акад. и член.-корр. АН СССР).
- Алимарин Иван Павлович // Сов. энцикл. слов. М.: Сов. энциклопедия, 1986. С. 40.
- Бабко А.К.* [Рецензия] // Журн. аналит. химии. 1961. Т. 16, вып. 3. С. 377-378. - Рец. на кн.: Алимарин И.П., Петрикова М.Н. Неорганический ультрамикроанализ. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 152 с.
- Выборы в Академии наук СССР академиков и членов-корреспондентов // Изв. АН СССР. ОХН. 1954.

№ 1. С. 203: портр. (И.П. Алимарин).

Золотов Ю.А. Аналитическая химия: Проблемы и достижения. М.: Наука, 1992. С. 268-273: портр.

Иван Павлович Алимарин // *Хуасюэ тунбао*. 1958. № 9. С. 515—518: портр. На кит. яз.

Иван Павлович Алимарин: (К пятидесятилетию со дня рождения) // *Журн. аналит. химии*. 1953. Т. 8, вып. 6. С. 377-378: портр.

Иван Павлович Алимарин: (К шестидесятилетию со дня рождения) // *Вести. МГУ. Сер. 2, Химия*. 1963. № 5. С. 70-72: портр.

Иван Павлович Алимарин: (К семидесятилетию со дня рождения) // *Журн. аналит. химии*. 1973. Т. 28, вып. 8. С. 1445-1446: портр.

Иван Павлович Алимарин. М.: Наука, 1973. 112 с. (Материалы к библиографии ученых СССР. Сер. хим. наук; Вып. 50).

Иван Павлович Алимарин: (К восьмидесятилетию со дня рождения) // *Журн. аналит. химии*. 1983. Т. 38, вып. 8. С. 1349—1350: портр.

Иван Павлович Алимарин (1903-1989) // Там же. 1988. Т. 45, вып.4. С. 829-831: портр.

Коренман И.М. [Рецензия // *Завод. лаб.* 1961. Т. 27, № 3. С. 363. — Рец. на кн.: Алимарин И.П., Петрикова М.Н. Неорганический ультрамикрoанализ. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 152 с.

Крешков А.П. [Рецензия] // *Журн. аналит. химии*. 1962. Т. 16, вып. 9. С. 1122. — Рец. на кн.: Алимарин И.П., Фрид Б.И. Количественный микрохимический анализ минералов и руд: Практик. руководство. М.: Гостехиздат, 1961. 399 с.

Определение малых концентраций / Под ред. Ю.А. Золотова и В.А. Рябухина. М.: Наука, 1986. 280 с.

[Поздравление И.П. Алимарину с шестидесятилетием со дня рождения от редакции журнала] // *Радиохимия*. 1963. Т. 5, вып. 6. На вкл. л.: портр.

Семенов Н.Н. К новым успехам советской химии: Химики-кандидаты в члены Академии наук СССР // *Правда*. 1962. 25 июня.

Спицын В.И. Успехи неорганической химии в СССР за сорок лет // *Химия в шк.* 1957. № 5. С. 17.

Успехи аналитической химии / Под ред. Ю.А. Золотова и М.Н. Петриковой. М.: Наука, 1974. 358 с.: портр.

Филиппов Ю.В. Успехи ученых-химиков // *Моск. ун-т*. 1971. 29 янв. Член-корреспондент АН СССР И.П. Алимарин: Библиогр. указ. науч. работ. М.: Изд-во МГУ, 1964. 65 с. Ротапринт.

Ackermann C. [Recensio]// *Dt. Lit. Ztg.* 1964. Jg. 85, N. 4. S. 350-351. - Rec. ad op.: Alimarin I.P., Petrikova M.N. Anorganische Ultramikroanalyse. B., 1962.

[Alimarin I.P.] // *Talanta*. 1962. Vol. 9. Mar.: 1 port, out the text.

Alimarin Ivan Pavlovich // *The International who's who*. Ed. 31-35, 1967-1972. L.: Europa, 1967-1971. P. 24, 25, 26, 27, 28.

Alimarin Ivan Pavlovich // *Who's who in soviet science and technology* / Comp. by I. Telberg. 2nd ed., rev. and enl. N.Y.: Telberg, [1964]. P. 7.

Alimarin Ivan Pavlovich // *Who's who in the world, 1971—1972*. Chicago: Marquis-who's who. 1970. P. 18.

Alimarin Ivan Pavlovich // *World who's who in science: A biographical dictionary of notable scientists from antiquity to the present* / Ed. A.G. Debus. Chicago: Marquis-who's who, [1968]. P. 30.

Fujinaga Taitiro: [Московский университет: В гостях у профессора И.П. Алимарина] // *Chemistry*. 1971. Vol. 26, N 3. P. 259-265: фиг., табл. на яп. яз.

Hoher Cast aus des Sowietunion // *Hochschulstadt*. 1968. N 3: Portr.

Ivan Pavlovich Alimarin // *Kagaku no ryoiki*. 1972. Vol. 26, N 3. P. 223: портр. На яп. яз.

Ivan Pavlovich Alimarin // *Talanta*. 1962. Vol. 9, May. P. 469.

Pertti Jorum. Alkuaineider tutkimuksessa modernit menetelmat valttia: I.P. Alimarin // *Uusi Suomi*. 1966. N 81. S. 9: muot.

Professor I. P. Alimarin // *Talanta*. 1965. Vol. 12. P. 133: портр.

Professor Ivan Pavlovich Alimarin // *Proc. Soc. Anal. Chem.* 1969. Vol. 6, N 2. P. 15: портр.

- Turkevich J.* Chemistry in the Soviet Union. Princeton (N.J.): Van Nostrand, 1965. P. 103, 104, 107. Bibliogr.: p. 281-284 (Ivan Pavlovich Alimarin).
- Turkevich J.* Soviet men of science: Academicians and corresponding members of the USSR / Academy of sciences of the USSR. Princeton (N.J.): Van Nostrand, 1963. P. 12-13. Bibliogr.: 4 ref. (Alimarin Ivan Pavlovich).
- Turkevich J., Turkevich L.B.* Prominent scientists of Continental Europe. N.Y.: Elsevier, 1968. P. 183 (Alimarin Ivan Pavlovich).
- Yakovlev Yu.V.* Professor Ivan Pavlovich Alimarin presented with the Hevesy medal for 1970 // J. Radioanal. Chem. 1971. Vol. 7, N 1. P. 7-8: 1 portr. out the text.

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Багреев Владимир Васильевич* — кандидат химических наук, Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН
- Билимович Галина Николаевна* — кандидат химических наук, Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН
- Большова Таисия Александровна* — кандидат химических наук, химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова
- Грибов Лев Александрович* — доктор физико-математических наук, Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН
- Дорохова Евгения Николаевна* — кандидат химических наук, химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова
- Золотов Юрий Александрович* — академик, директор Института общей и неорганической химии РАН, заведующий кафедрой аналитической химии химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.
- Иванов Вадим Михайлович* — доктор химических наук, химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова
- Каплан Борис Яковлевич* — доктор химических наук, Государственный научно-исследовательский и проектный институт редкометаллической промышленности
- Карпов Юрий Александрович* — член-корреспондент РАН, Государственный научно-исследовательский и проектный институт редкометаллической промышленности
- Колотов Владимир Пантелеймонович* — кандидат химических наук, Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН
- Митрофанова Зоя Васильевна* — жена Ивана Павловича Алимарина
- Мясоедов Борис Федорович* — член-корреспондент РАН, Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского, РАН
- Остроумов Георгий Владимирович* - доктор химических наук, Институт минерального сырья
- Петрухин Олег Митрофанович* — доктор химических наук, Московский химико-технологический институт им. Д.И. Менделеева
- Пешкова Валентина Моисеевна* — доктор химических наук, химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова
- Пилипенко Анатолий Терентьевич* — академик АН Украины, Институт коллоидной химии и химии воды АН Украины
- Стромберг Армии Генрихович* — доктор химических наук, Томский политехнический институт
- Терентьева Евгения Александровна* — доктор химических наук, Институт элементоорганических

соединений им. А.Н. Несмеянова РАН

Устынюк Юрий Александрович - доктор химических наук, химический факультет
МГУ им. М.В. Ломоносова

Фадеева Валентина Ивановна - кандидат химических наук, химический факультет
МГУ им. М.В. Ломоносова

Цюрупа Марина Георгиевна — кандидат химических наук, химический факультет
МГУ им. М.В. Ломоносова

Шаевич Арон Борисович — доктор химических наук, Уральский лесотехнический институт

Шведене Наталия Викторовна — кандидат химических наук, химический факультет
МГУ им. М.В. Ломоносова

Шпигун Олег Алексеевич — доктор химических наук, химический факультет
МГУ им. М.В. Ломоносова

Яцимирский Константин Борисович — академик АН Украины, Институт физической

УКАЗАТЕЛЬ ИМЕН

- Агасян П.К. 23, 37, 46, 79, 100, фотография
 Айя фотография
 Аккерманн Г. 143
 Александров М.Л. 30
 Андреев Ю. 135
 Аристотель 67
 Архангельская В.Н. 17,138, 149
 Арцимович Л.А. 38
 Бабко А.К. 122, 123, 138, фотография
 Багреев В.В. 94
 Барбалат Ю.А. 75
 Басова Е.М. 77
 Беклемишев М.К. 81
 Белчер Р. 11,108, 131,142
 Белявская Т.Д. 77, 78
 Беляев Ю.И. фотография
 Берне Т. 142
 Бетховен Л.В. 38, 110, 141
 Билимович Г.Н. 7,19, 84,118
 Богораз А.Е. 135
 Бодня В.А. 15, 80
 Бойль Р. 149, фотография
 Большова Т.А. 18, 22, 77, 97, фотография
 Боресков Г.К. фотография
 Бочкарев Э.П. 136
 Браун Т. 144
 Брыкина Г.Д. 78
 Бусев А.И. 80, 82, 114, фотография
 Бырько В.М. 82
 Васильева Л.Н. 125
 Вернадский В.И. 8, 27, 36, 56, 83, 116
 Вернов С.Н. фотография
 Виноградов А.Л. 8, 13, 19, 21, 36, 83, 84,
 102,104, 108,116,123, фотография
 Виноградова Б.Н. 18, 23, 79, 125,
 фотография
 Висконт К.И. 7, 12, 34, 35, 109, фотография
 Вовченко Г.Д. 35
 Воробьев А.А. 124
 Высоцкий В.С. 38, 110
 Галлай З.А. 14, 80
 Гейровский Я. фотография
 Гибало И.М. 20, 22, 80, 97, 100, фотография
 Говорка И. фотография
 Головина А.П. 18, 23, 75, 80, фотография
 Гордон Д. 105, фотография
 Городовых В.Е. 125
 Горюшина В.Г. 115
 Грибов Л.А. 69, 84, 101
 Громова М.И. 75
 Дёрфель К. 66, 143
 Дирсен Д. Фотография
 Дмитриенко С.Г. 81
 Долманова И.Ф. 18, 29, 37, 75
 Дорохова Е.Н. 15, 26, 74, 104, 105, 149,
 фотография
 Елисеева Л.В. 18
 Ефимов И.П. 75
 Жаворонков Н.М. 30
 Железнова А.А. 77
 Жолондковская Т.Н. 82
 Жуковский В.А. 101
 Захаров М.С. фотография
 Звягинцев О.Е. фотография
 Золотов Ю.А. 7, 18, 21, 22, 29, 31, 36, 52,
 60, 62, 67, 68, 74, 78, 80, 81, 84, 89, 95, 96,
 98, 99, 101, 107, 122, 123, 125, 137,
 фотография
 Золотова Г.А. 75, 111
 Зоров Н.Б. 75, 76
 Иванов А.А. 79
 Иванов В.М. 74, 77, 82, 99, фотография
 Иванов-Эмин Б.Н. 13
 Иванова Е.К. 75, фотография
 Ильин Н.П. 18, 84
 Кабанова О.Л. 18, 23, 84, 88
 Каменев А.И. 23, 79
 Каплан Б.Я. 111, 115
 Карпов Ю.А. 55, 68, 115
 Кемуля В.М. 109, 124, фотография
 Клячко Ю.А. 54, 60, 66
 Колотов В.П. 83

- Кольтгоф И.М. 131,139, фотография
Комарь Н.П. 138
Коптелов Н.М. 136
Коршун М.О. 12Т
Кузяков Ю.Я. 18, 24, 37, 76, 98
Кульберг Л.М. 127
Курчатов И.В. 36, 108
Лаврухина А.К. 19, 83, 84, 86, 116
Ленин В.И. 37, 147, 148
Лист Ф. 141
Ломакина Л.Н. 82
Ломоносов М.В. 8, 14, 17, 25, 52, 105, 116, 138, 149
Луначарский А.В. 38 Львов Б.В. фотография
Ляликов Ю.С. 54, фотография
Макдональд А. 142
Малисса Х. 103, фотография
Маляров К.Л. 74
Мартынов П.И. 7
Марчук Г.И. 31
Маяковский В.В. 38
Мейерхольд В.Э. 38
Мельчакова Н.В. 75
Менделеев Д.И. 25, 46, 50, 56, 118, 145, 147
Меншуткин Н.А. 7, 35
Митрофанова З.В. 28, 110, 117, 126, 140, фотография
Моросанова Е.И. 81
Моросанова С.А. 15, 74
Моррисон Дж. 144
Моцарт В.А. 101, 141
Мясоедов Б.Ф. 83, 116
Назаренко В.А. 95
Наумов В.А. 7
Недлер В.В. 115
Немилова М.Ю. 80
Несмеянов А.Н. 36
Нестеренко П.Н. 77, 79
Никитин Ю.С. 77
Николаев А.В. 138
Новоселова А.В. 119
Обрезков О.Н. 79, 98
Овчинников Ю.А. 110
Овчинникова М. 94
Окуджава Б.Ш. 38, 110
Ориент И.М. 55, 68
Осипова Е.А. 80
Остроумов Г.В. 90
Павлоцкая Ф.И. 84
Пасекова Н.А. 80
Пац Р.Г. фотография
Пережогин Г.А. 20
Петрикова М.Н. 17, 18, 84, 87, 149
Петровский И.Г. 35
Петрухин О.М. 96, 118
Пешкова В.М. 37, 46, 75,100, 119,127
Пилипенко А.Т. 122
Платон 118
Плетнев И.В. 81
Плеханов Г.В. 7, 34, 35, 145
Плинер Ю.Л. 135,136
Подгайская З.И. фотография
Пожгаи И. 18
Полужтков Н.С.95
Порай-Кошиц М.А. 32
Пржевальский Е.С. 9, 97, 119, 121
Прохорова Г.В. 80
Пуркине Я.Э. И, 149
Пятницкий И.В. 61, фотография
Райский С.М. 136
Ребиндер П.А. 36
Реутов О.А. фотография
Родионова Т.В. 82
Руднев Н.А. 18, 84, 87
Рунов В.К. 24, 75, 82, 99, фотография
Рябчиков Д.И. 127
Саввин С.Б. 14, 15, 39, 84
Савостина В.М. 75
Сажин Н.П. 115
Сапфиров И.П. 130
Симененко К.А. 24
Семеновская Е.Н. 15, 74
Симонова Л.Н. 82
Синякова С.И. 18, 23, 84, 88, 125
Смирнова Е.Б. 76
Соколова И.В. 80
Сонгина О.А. фотография

- Сочеванов В.Г. фотография
Спицына Е.А. фотография
Старобинец Г.Л. 97
Старцев Г.П. 136
Стары И. 11, 46
Стромберг А.Г. 123, фотография
Судаков Ф.П. 74
Таиров А.Я. 38 Тананаев И.В. 138
Тарасевич Н.И. 24, 76
Терентьев А.П. 126,128
Терентьева Е.А. 126,130
Тёльг Г. 143
Тельдешу Ю. 11
Тихомирова Т.Н. 77
Томас Д. фотография
Торопова В.Ф. 138, фотография
Торочешникова И.И. 81
Тумаркин Л.А. 94
Уильяме М. фотография
Усатенко Ю.И. фотография
Устынюк Ю.А. 27, 133
Ушакова Н.М. 75
Ушакова Н.Н. 26,149
Фадеева В.И. 15, 26, 77, 100, 104, 105, 149
Федоровский Н.М. 90
Фигуровская В.Н. 82
Франк И.М. фотография
Фрид Б.И. 13, 17, 149
Фрумкин А.Н. 123, фотография
Фудживара С. 143
Фуджинага Т. 143
Хевеши Г. 11, 148
Хлопин В.Г. 8
Хэнман Б. 142
Цвет М.С. 39
Цизин Г.И. 78
Цингер А.В. 7
Цинцевич Б.П. 77
Цюрупа М.Г. 7, 25
Чайковский П.И. 38,101, ПО, 141
Чалмерс Р. фотография
Черепашенец Б.И. 136
Черников Ю.А. 115
Черняев И.И. 138
Чугаев Л.А. 148
Шаевич А.Б. 134, 136
Шаняевский А.Л. 38
Шаповалова Е.Н. 77
Шахова З.Ф. 15, 28, 74, 119, фотография
Шварценбах Г. 39
Шведене Н.В. 74, 80
Шейна Н.М. 80
Шеховцова Т.Н. 75
Шилов А.Н. 7
Шлёнская В.И. 15, 80
Шопен Ф. 38, 101, ПО, 141
Шпигун О.А. 74, 78, 98
Шпольский Э.В. 38
Щулепников М.Н. 115
Эмих Ф. 11, 17, 87, 148
Яковлев Ю.В. 18, 20, 36, 84, 109, 118,
фотография
Ярославский Н.К. 136
Яцимирский К.Б. 46, 137

СОДЕРЖАНИЕ

К читателям

М.Г. Цюрупа, Г.Н. Билимович, Ю.А. Золотов «Научная, педагогическая и научно-организационная деятельность академика И.П. Алимарина»

ИЗ ПУБЛИКАЦИЙ И ВЫСТУПЛЕНИЙ И.П. АЛИМАРИНА

Иногда самое трудное - увидеть очевидное

Учился и учу всю жизнь

Современное состояние и некоторые перспективы развития методов аналитической химии

Современное представление о науке "аналитическая химия"

Думать и работать по-новому

ГДЕ РАБОТАЛ И.П. АЛИМАРИН

Ю.А. Золотов, В.М. Иванов, О.А. Шпигун, Н.В. Шведене «Научная работа на кафедре аналитической химии МГУ»

Б.Ф. Мясоедов, В.П. Колотов. И.П. «Алимарин и развитие аналитической химии в Институте геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского»

Г.В. Остроумов «Аналитическая химия во Всесоюзном институте минерального сырья»

ВОСПОМИНАНИЯ

Багреев В.В.

Большова Т.А.

Грибов Л.А.

Дорохова Е.Н., Фадеева В.И.

Золотов Ю.А.

Каплан Б.Я.

Карпов Ю.А.

Мясоедов Б.Ф.

Петрухин О.М.

Пешкова В.М.

Пилипенко А.Т.

Стромберг А.Г.

Терентьева Е.А.

Устынюк Ю.А.

Шаевич А.Б.

Яцимирский К.Б.

Митрофанова З.В. «Штрихи к портрету счастливого человека»

Отклики зарубежных ученых на кончину И.П.Алимарина

ПРИЛОЖЕНИЕ

Основные даты жизни и деятельности академика И.П. Алимарина

Список книг И.П. Алимарина

Литература о жизни и трудах И.П. Алимарина

Краткие сведения об авторах

Указатель имен

Научное издание

Иван Павлович Алимарин

ОЧЕРКИ. ВОСПОМИНАНИЯ. МАТЕРИАЛЫ

Утверждено к печати

редколлегией серии «Ученые России.

Очерки. Воспоминания. Материалы»

Руководитель издательской фирмы

»Наука—Химия» В.М. Орлов

Редактор Л.В. Сергеева

Художественный редактор И.Ю. Нестерова

Технический редактор О.В. Аредова

Корректор Н.Л. Голубцова

Набор выполнен в издательстве
на наборно-печатающих автоматах

Подписано к печати 24.06.93.

Формат 60X90/16. Гарнитура Пресс-Роман

Печать офсетная

Усл.печ.л. 10,0 + 1,1 вкл. Усл.кр.-отг. 11,4

Уч.-изд.л. 12,1

Тираж 600 экз. Тип. зак. 289.

Ордена Трудового Красного Знамени
издательство «Наука» 117864 ГСП-7,
Москва В-485, Профсоюзная ул., д. 90

Санкт-Петербургская типография №N1
ВО «Наука»
199034, Санкт-Петербург, В-34, 9 линия, 12

Иван Павлович АЛИМАРИН

Иван Павлович
АЛИМАРИН

ОЧЕРКИ
ВОСПОМИНАНИЯ
МАТЕРИАЛЫ



Электронная версия книги

Иван Павлович АЛИМАРИН

ОЧЕРКИ ВОСПОМИНАНИЯ МАТЕРИАЛЫ

© Предисловие к электронному изданию 2003 года:
академик РАН Ю.А.Золотов

© Подготовка электронной версии книги:
В.П. Колотов, В.И. Широкова

Москва, ГЕОХИ РАН, 2003 г

Предисловие к электронному изданию 2003 года

Почти сразу после кончины академика И.П. Алимарина возникла мысль подготовить книгу о нем, где были бы статьи о его жизни и научной работе, о кафедре и лабораториях, которые он возглавлял, а главное воспоминания о нем его коллег, учеников и друзей. Книга была составлена и издана в 1993 году; в том году Ивану Павловичу исполнилось бы девяносто лет.

И вот прошло еще десять лет, и мы отмечаем столетие со дня рождения лидера советской аналитической химии. Отмечаем, воздавая должное огромному вкладу И.П. Алимарина в аналитическую химию, думая о том, как он пестовал своих учеников, вспоминая его чувство нового, энтузиазм и обаяние.

Та самая книга об Иване Павловиче теперь издается в электронном виде. Материалы ее ничуть не устарели; воспоминания об интересном человеке вообще не могут устареть, их ценность с годами только растет. Конечно, изменились лаборатории, которые были связаны с академиком Алимариным, изменились их коллективы, решаются новые задачи. Но это, во-первых, естественно (и сам Иван Павлович был бы противником консервации старого), а во-вторых это тема других, отдельных, публикаций.

Уверен, что с книгой еще раз ознакомятся и те, кто хорошо помнит академика Алимарина, и молодые наши коллеги, которым интересно знать своих предшественников, и которые захотят выразить уважение тем, у кого учились их нынешние учителя.

Академик Ю.А. Золотов

Об электронной версии книги

Электронная версия книги представляет собой воспроизведение текста оригинального издания без каких-либо правок и дополнений.

Вставка с фотографиями исключена, ввиду недостаточно высокого качества их воспроизведения в оригинальном издании. Однако, на этом же компакт-диске, имеется достаточно обширный фотоальбом (около 160 фотографий Ивана Павловича), что компенсирует отсутствие некоторых фотографий из книги.

Электронная версия книги имеет свое оглавление, что упрощает и ускоряет навигацию при чтении (просмотре) книги. Кроме того, читатель может воспользоваться развитыми возможностями Adobe Acrobat Reader для поиска нужной информации по ключевым словам.

Нумерация страниц практически соответствует оригинальному изданию, что позволяет использовать имеющийся указатель имен, упоминаемых в книге.

В.П. Колотов, В.И. Широкова