

МОСКОВСКИЙ СЕМИНАР ПО АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

DOI: 10.31857/S0044450222120052

В июне 2021 г. возобновил работу Московский семинар по аналитической химии. Семинар существует в Институте геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского с 1963 г., его руководителями были ведущие химики-аналитики – с 1965 г. в течение 20 лет им руководил Ю.А. Золотов, председателями также были Н.М. Кузьмин, Г.М. Варшал, Б.К. Зуев, Э.М. Седых, В.П. Колотов. Для возобновления работы семинара немало усилий приложили председатель Центрального отделения НСАХ РАН д.х.н. Г.И. Цизин и председатель НСАХ РАН академик РАН Ю.А. Золотов. Решено было проводить заседания семинаров на базе трех организаций – Института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН и химического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Первое заседание состоялось 9 июня 2021 г. в конференц-зале ГЕОХИ РАН. С приветственным словом выступил академик РАН Ю.А. Золотов. Он сказал примерно следующее.

“После перерыва, связанного в значительной степени с коронавирусной инфекцией, возобновляет работу Московский семинар по аналитической химии, возобновляет в новом формате. Председатель Центрального отделения Научного совета РАН по аналитической химии Григорий Ильич Цизин провел подготовительную работу. Семинар, являющийся органом совета, будет работать в трех местах – в ГЕОХИ, в ИОНХе и на химфаке МГУ. У семинара, соответственно, теперь три председателя: Петр Сергеевич Федотов (ГЕОХИ), Александр Вадимович Иванов (ИОНХ) и Павел Николаевич Нестеренко (МГУ). Заседания семинара будут проходить поочередно в названных учреждениях.

Семинар имеет большую историю. Его истоки – в далеком от нас периоде, когда советская наука была на самом крутом взлете. Период этот был непродолжительным, 10–15 лет, начиная приблизительно с 1954 г., т.е. в хрущевское время и в начале брежневского. Тогда создавались многие институты, существующие энергично заполнялись выпускниками вузов, возникали новые научные журналы, стало возможным посещение других стран, мировые издательства бросились переводить наши книги, перенимать наш опыт подготовки кадров, к нам зачастили иностранные

коллеги. Эта эпоха отмечена первым спутником и полетом Гагарина (правда, и “кузькиной матерью” – водородной бомбой мощностью в 70 миллионов тонн тротилового эквивалента; на Хиросиму было сброшено всего-то 20 тысяч).

Вот и семинар родился на этой волне. У него был предшественник: в 1950-х гг. в ГЕОХИ работал семинар по органическим аналитическим реагентам, который вел заведующий соответствующей лабораторией доктор химических наук Виталий Иванович Кузнецов, человек творческий, прекрасный химик, но не очень легкий человек. Идея создать семинар широкий, не только в смысле тематики, но и в отношении охвата участников, появилась в институте в 1963 г. Ее реализовали заместитель директора института доктор химических наук Дмитрий Иванович Рябчиков и член профкома Сергей Борисович Саввин, в то время уже автор широко известного реагента арсеноза III. Руководителем семинара назначили доктора химических наук Августу Константиновну Лаврухину. Она занималась радиохимией, радиометрией, происхождением элементов, аналитическая химия не была главным делом ее научной жизни. И она сама, и другие быстро поняли, что сильно вкладываться в семинар она не будет. И через два года, в 1965 г., председателем семинара назначили 33-летнего доктора наук, только что защитившего диссертацию, по фамилии Золотов. Я руководил семинаром 20 лет. Заседания проходили примерно раз в месяц, в год 8–10 заседаний. Иногда зал института едва вмещал участников.

Замечательный секретарь семинара Евгения Касьяновна Корчемная публиковала в “Журнале аналитической химии” хроники о заседаниях, включавшие тезисы представленных докладов. А потом эти хроники собирала, систематизировала и переплетала, получались как бы книжки в нескольких экземплярах, отражавшие деятельность семинара. С 1985 г. семинаром приблизительно лет десять руководил доктор химических наук трудолюбивый и ответственный Николай Михайлович Кузьмин. Его сменила Галина Моисеевна Варшал, энергичный, во все вникающий человек. Семинар продолжал активно функционировать. Уже на памяти и молодых коллег семинаром руководил дуэт – Эвелина Максимовна Седых и Борис Константинович Зуев, а в по-

следнее время – член-корреспондент РАН Владимир Пантелеймонович Колотов.

Семинар, как и научные конференции, выполняет несколько функций. Он, конечно, источник актуальной информации, отчасти средство обмена опытом, но еще и в хорошем смысле тусовка, он обеспечивает возможность живого общения.

Возрожденному семинару я желаю больших успехов.”

На первом заседании был заслушан доклад д.х.н. А.Т. Лебедева (химический факультет МГУ) на тему “Целевой и нецелевой анализ объектов окружающей среды современными методами масс-спектрометрии”. В докладе рассмотрены подходы к решению природоохранных задач методами масс-спектрометрии, в частности, вопросы чувствительности, экспрессности, информативности и надежности анализов. В последнее время все больше внимания уделяется нецелевому анализу, когда *a priori* неизвестно, что может оказаться в анализируемом образце, и задача аналитика – попытаться идентифицировать и оценить количественно все обнаруженные соединения. Особое значение имеет переход к масс-спектрометрии высокого разрешения и стыковка как с жидкостными, так и с газовыми хроматографами. Очень полезную комплементарную информацию предоставляют альтернативные методы ионизации, включая регистрацию отрицательных ионов. Все растет разнообразие методов масс-спектрометрии с ионизацией на открытом воздухе. Они дают возможность устранить процедуры пробоподготовки. Масс-спектрометрия сверхвысокого разрешения наряду с тандемной газовой хроматографией в стыковке с масс-спектрометрией высокого разрешения позволяют работать с очень сложными смесями соединений, включая нефть, лигнины, гуминовые вещества. Все более востребованными становятся программы математической обработки результатов (*big data analysis*). Когда речь идет о нескольких тысячах идентифицированных соединений в десятках образцов, эти подходы позволяют выделить сходства и различия, выяснить источники поступления экотоксикантов в окружающую среду. Все теоретические аспекты доклада проиллюстрированы результатами анализа объектов окружающей среды из Арктики, Москвы, Чукотки, Франции, Чили и других стран и регионов.

С сообщением о приборном парке фирмы “Thermo Fisher Scientific”, выпускаемом для контроля качества воды, выступила Анна Богданова, представитель фирмы в России.

Следующее, второе заседание семинара состоялось в ГЕОХИ 22 февраля 2022 г. – длительный перерыв в работе был вызван эпидемиологической обстановкой (COVID 19). Заседание прово-

дилось в смешанном формате – очно в конференц-зале института и дистанционно в телекоммуникационной программе Zoom. Семинар был посвящен современным вариантам жидкостно-жидкостной хроматографии (или же жидкостной хроматографии со свободной неподвижной фазой, ЖХСНФ), которой в течение ряда лет занимаются научные группы в ГЕОХИ и ИОНХ РАН. Особенностью этого вида хроматографии является использование жидкой неподвижной фазы вместо традиционных частиц сорбента; разделение аналитов происходит главным образом вследствие многоступенчатого экстракционного процесса. В докладе д.х.н. Т.А. Марютиной (ГЕОХИ) “Жидкостная хроматография со свободной неподвижной фазой в аналитической химии” отмечены основные вехи развития ЖХСНФ для решения аналитических задач и совершенствование аппаратного оформления. Описаны те возможности метода ЖХСНФ во вращающихся спиральных колонках, которые выгодно выделяют его в ряду других хроматографических методов – создание градиента концентрации реагента в неподвижной фазе, использование водно-полимерных систем и возможность концентрирования элементов, включая серу, из нефтяного сырья. Доклад д.т.н. А.Е. Костянина (ИОНХ) был посвящен другим вариантам метода – циклической противоточной жидкостно-жидкостной хроматографии, процессам хроматографического разделения смесей в замкнутом контуре с рециклом подвижной фазы, способам выделения концентрированных фракций целевых компонентов. Продемонстрированы математические подходы к описанию процессов разделения в циклической жидкостно-жидкостной хроматографии.

Третье заседание Московского семинара прошло 22 марта 2022 г. также в смешанном очно-дистанционном формате на базе ГЕОХИ РАН и было посвящено применению масс-спектрометрии для анализа микро- и наноразмерных объектов. В докладе А.Е. Каменщикова (ООО “НКЦ “ЛАБТЕСТ”) “Времяпролетные масс-спектрометры с индуктивно связанной плазмой (TOF-ICP-MS) в элементном и изотопном анализе микро- и наночастиц. Преимущества и возможности” было отмечено, что времяпролетная масс-спектрометрия в XXI веке стала одним из самых бурно развивающихся направлений анализа. Большую популярность для элементного и изотопного анализа микро- и наночастиц приобретают масс-спектрометры TOF-ICP-MS благодаря уникальному сочетанию ИСП как источника ионов и масс-спектральной системы, обеспечивающей высокоскоростную и практически одновременную регистрацию изотопов, а также высокое разрешение. Описание наночастиц (состав, концентрации, размерность) имеет решающее значение в токсич-

кологических, экологических и других исследованиях. Анализ одноэлементных наночастиц считается вполне решенной задачей с использованием масс-спектрометрии с ИСП в режиме единичных частиц (SP-ICP-MS). Для анализа многоэлементных наночастиц, составляющих значительную часть природных и изготовленных материалов, необходим селективный и высокочувствительный метод анализа, каким и является TOF-ICP-MS. Были приведены примеры успешного использования TOF-ICP-MS для решения разнообразных задач, связанных с определением микро- и наночастиц. В докладе М.С. Ермолина (ГЕОХИ РАН) “Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой в режиме анализа единичных частиц (МС-ИСП-ЕЧ): новые возможности для исследования наночастиц окружающей среды” было показано, что МС-ИСП-ЕЧ позволяет анализировать сильноразбавленные суспензии наночастиц и определять концентрацию и размер наночастиц. В настоящее время МС-ИСП-ЕЧ широко используют для обнаружения и характеристики синтетических наночастиц при решении исследовательских задач в различных областях науки. Метод МС-ИСП-ЕЧ также активно используют для обнаружения и изучения поведения синтетических наночастиц в объектах окружающей среды. Рассмотрены основы метода МС-ИСП-ЕЧ, его возможности и ограничения при определении наночастиц окружающей среды. Приведены полученные авторами этим методом результаты исследований наночастиц вулканического пепла и городской пыли. В сообщении А.Е. Каменщикова (ООО “НКЦ “ЛАБТЕСТ”) “TOF-ICP-MS в сочетании с лазерной абляцией для картирования поверхности геологических образцов и биологических объектов” продемонстрировано, что масс-спектрометрию с индуктивно связанной плазмой в сочетании с лазерной абляцией широко используют в аналитических лабораториях. Появление новых материалов и технологий привело к созданию более совершенных и надёжных лазеров, эффективных ячеек для размещения образцов, более качественных оптических систем. Интересным и перспективным для решения самых разнообразных задач является комбинирование лазерной абляции с TOF-ICP-MS. Такое сочетание позволяет в десятки раз ускорить сканирование поверхности образца и при этом получить распределение одновременно любого количества изотопов.

Четвертое заседание семинара было проведено в конференц-зале ИОНХ РАН 26 апреля 2022 г. в смешанном формате, трансляция заседания велась в программе Яндекс-телемост. Семинар был посвящен центрам коллективного пользования и научно-образовательным центрам, позволяющим расширить круг аналитических задач или повысить квалификацию персонала. О создании и принципах развития Центра коллективного пользования ИОНХ РАН, основных прикладных

задачах, направлениях фундаментальных исследований и используемом аналитическом и диагностическом оборудовании сделала обзорный доклад “Аналитическая химия в ЦКП ИОНХ РАН: от академических исследований к прикладным задачам” д.х.н. В.Б. Барановская. Доклад был посвящен новому этапу развития ЦКП Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН. Центр сформирован на основе принципа “триады диагностических параметров: состав, структура, свойства” и оснащен современным аналитическим и диагностическим оборудованием. Нестереотипность аналитических задач, междисциплинарный характер исследований, уникальные перспективные материалы бросают вызов традиционным подходам к определению химического состава. Академические исследования, проводимые совместно с создателями новых химических соединений и материалов, направлены на расширение возможностей спектральных, в том числе рентгеноспектральных, и масс-спектрометрических методов. Подчеркивалось, что прикладная аналитическая химия имеет ряд особенностей, которые наряду с опорой на результаты фундаментальных исследований, требуют разработки серии обязательных процедур, обеспечивающих достоверность, стабильность и надежность аналитического контроля. Показана необходимость корреляции методической деятельности и метрологического обеспечения методик химического анализа с международной практикой.

В сообщении Е.В. Рыбаковой (ООО “Аналитек”) “Курсы повышения квалификации химиков по ВЭЖХ и ионной хроматографии с учетом приборного оснащения и аналитических задач участников. Опыт организации и проведения” были обозначены проблемы переподготовки специалистов-химиков с высшим образованием и повышения их квалификационного потенциала в целом, а также в области аналитической химии, в частности. Отражены особенности (в том числе психологические) профессионального обучения состоявшихся специалистов-химиков; дана информация о юридических и практических аспектах организации курсов повышения квалификации химиков-аналитиков; обоснован авторский подход к содержательной и методологической части курса повышения квалификации по хроматографическим методам; представлено содержание авторского курса по хроматографии по этапам.

Доклады на всех проведенных семинарах вызвали живой интерес, о чем можно судить по множеству заданных вопросов и дискуссии после каждого выступления. В качестве пожелания можно сказать, что для аспирантов, специализирующихся в области аналитической химии, посещение таких семинаров было бы крайне полезно.

А.В. Иванов, П.С. Федотов