

## Деятельность Российского химического общества им. Д.И. Менделеева

### Шестьдесят третье Менделеевское чтение. Аналитическая химия: день сегодняшний

*Л. Н. Москвин, доктор химических наук, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой аналитической химии Санкт-Петербургского государственного университета.*

22 марта 2007 года состоялось традиционное 63-е Менделеевское чтение, организованное Санкт-Петербургским отделением Российского химического общества им. Д.И. Менделеева. С докладом выступил академик Ю.А. Золотов.

Юрий Александрович Золотов широко известен российским химикам в нескольких ипостасях: во-первых, как лидер российских аналитиков, заведующий кафедрой аналитической химии Московского государственного университета и одновременно руководитель Научного совета РАН по аналитической химии, во-вторых, как умелый организатор российских химиков в разных сферах их деятельности (в прошлом — он директор Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН и председатель РХО им. Д.И. Менделеева), наконец, как блестящий популяризатор науки и историограф аналитической химии. Чтобы понять масштаб личности академика Ю.А. Золотова, достаточно прочитать книгу [1], в которой обобщены его публицистические и философские сочинения. Как душа, а не только формальный лидер российского аналитического сообщества, он известен и юмористическими изданиями [2, 3], подготовленными к печати в трудные для отечественных ученых 90-ые годы, когда им очень важно было не потерять чувство юмора. Исчерпывающие сведения о научных и «околонаучных» трудах Ю.А. Золотова можно найти в Приложении к [1].

Открывая Менделеевское чтение, председатель Санкт-Петербургского отделения РХО им. Д.И. Менделеева академик А.И. Русанов отметил, что на 2007 год приходится несколько памятных дат, связанных с Д.И. Менделеевым. Исполнилось 100 лет со дня его кончины. Эта скорбная дата позволяет объективно оценить значимость для мировой науки сделанного Д.И. Менделеевым открытия Периодического закона. Вторая памятная дата — столетие Менделеевских съездов, которое было отмечено проведением XVIII Менделеевского съезда в сентябре этого года в Москве, ставшего первым в серии мероприятий, приуроченных к празднованию 175-летия со дня рождения Д.И. Менделеева в 2009 году. Остальная часть краткого вступительного слова Анатолия Ивановича Русанова была посвящена представлению аудитории менделеевского чтеца как первого из химиков-аналитиков, удостоенного этой чести.

Свое выступление Юрий Александрович Золотов начал с анализа взглядов Д.И. Менделеева на аналитическую химию и ее роль в изучении химии в целом: «Чтобы стать химиком следует, по мнению Д.И. Менделеева, усвоить три важные отрасли химии: аналитическую, органическую и теоретическую. Главную же помощь для самостоятельного, а потому наиболее верного и полного развития пусть ищут начинающие ... в изучении и в практических работах по аналитической химии». Затем лектор перешел к «Дню сегодняшнему» аналитической химии, последовательно остановившись на основных проблемах и достижениях современной аналитической химии.

Разговор о сегодняшнем дне начался с констатации грустного факта, что многие коллеги-химики воспринимают аналитическую химию по тем впечатлениям, которые остались у них со студенческих лет от практиков качества и количественного анализа. Взяв в качестве эпитафии мысль, высказанную Р. Декартом: «Определяйте значения слов и вы избавите свет от половины его заблуждений», он пояснил, что в современной аналитической химии наметилось четкое разграничение понятий «аналитическая химия» и «химический анализ». Аналитическая химия — это наука, развивающая общую методологию, методы и средства изучения химического состава вещества, а также способы анализа различных объектов. А химический анализ — это получение информации о химическом составе вещества и материалов и соответствующая область деятельности. Главный стимул развития аналитической химии аналогичен стимулу развития всех фундаментальных наук, которым является человеческое любопытство. В данном случае оно проявляется в стремлении создавать новые методы, превосходящие известные аналоги, или найти решение тех задач, которые до сих пор решения вообще не имели. При этом речь идет о развитии методов аналитической химии всех уровней — от методов пробоотбора и пробоподготовки до сложных гибридных методов анализа, объединяющих в себе методы разделения и определения.

Важным моментом, по мнению лектора, является «юридическое» равноправие методов. Появляющиеся новые высокоэффективные методы не служат альтернативой ранее существовавшим, а только расширяют возможности химического анализа. Каждый метод

сохраняет свою «нишу» в химическом анализе, но при этом область применения классических химических методов существенно сужается в связи с постепенным вытеснением их со многих позиций инструментальными методами из-за очевидного превосходства последних. Например, различные спектральные методы элементного анализа имеют нижние границы определяемых концентраций от  $10^{-2}$  до  $10^{-3}$  мкг/л, обеспечивая при этом интервалы определяемых концентраций от 3 до 8 порядков. Современные спектральные методы элементного анализа позволяют определять микроколичества до 30–40 элементов в образце одновременно. То и другое далеко не достижимо классическими химическими методами.

Существующие спектральные методы охватывают весь диапазон длин волн электромагнитного излучения, при этом используются эмиссия, поглощение, флуоресценция и рассеяние излучения. Широко применяются математические методы обработки и представления спектральной информации, велики достижения в технике аналитического приборостроения. Достижения в технике приборостроения наиболее наглядно просматриваются в масс-спектрометрии. Из уникального труднодоступного метода, реализуемого в чрезвычайно громоздких приборах, она превратилась в массовый метод, сфера применения которого постоянно расширяется, особенно в области анализа биообъектов.

Значительный прогресс наметился и в развитии гибридных методов, из которых важнейшими являются хроматографические. Здесь основные тенденции проявляются в повышении скорости процесса разделения и его эффективности и в создании новых детекторов. Это высказывание было проиллюстрировано успехами ионной хроматографии в решении сложных задач анализа анионного состава водных растворов: хорошо разрешенные пики 11 анионов получены за 10 минут. Возможности молекулярного анализа продемонстрированы высокоэффективной хроматограммой нефтепродуктов, на которой проявилось около 300 пиков.

Развивая суждение о возможностях хроматографических методов, лектор привел данные о том, что современная газовая хроматография позволила определить природу запахов различных объектов, которые являются сложными совокупностями из многих компонентов. Так, в запахе кофе зафиксировано 340 компонентов, в запахе коньяка — 318. Одновременно с решением задач анализа многокомпонентных смесей газовая хроматография с ИК-детектором обеспечила возможность решения таких сложных задач молекулярного анализа, как определение конфигурации изомеров наркотика «экстази». Пределы обнаружения современных методов молекулярного анализа снизились до уровня выявления отдельных молекул, что позволило обнаружить молекулы органических соединений в межпланетном пространстве.

Революционные изменения наметились в привычно малочувствительных методах, таких как потенциометрия. Минимально определяемые с помощью ион-селективных электродов концентрации снизились от  $10^{-5}$ – $10^{-6}$  М до  $10^{-8}$ – $10^{-11}$  М. Существенный прогресс достигнут в локальных методах анализа. Стал возможным послойный анализ с разрешением до

1 мкм, что позволило определять примеси в сварных швах и компонентный состав на ребрах и гранях кристаллов.

Как самостоятельное направление аналитической химии сформировался вещественный анализ — обнаружение и определение форм существования компонентов в объекте анализа. Среди наиболее интересных направлений в вещественном анализе лектор отметил, во-первых, определение оптических изомеров, а во-вторых, определение форм существования токсичных элементов в объектах окружающей среды, в первую очередь, ртути.

Переходя к развитию методов химического анализа, ориентированных на конкретные объекты анализа, Юрий Александрович особо выделил такие объекты, как произведения искусства, вещественные доказательства в криминалистике и взрывчатые вещества в багаже. Методы анализа этих объектов объединяет общее требование — его проведение без разрушения образца. Так, уникальными возможностями для обнаружения взрывчатых веществ, всегда содержащих в своем составе азот, обладает ядерный квадрупольный резонанс на  $^{14}\text{N}$ . На принципах этого метода созданы устройства для проверки почтовых отправок и багажа. Значительные успехи для решения подобных задач достигнуты в развитии сравнительно молодого метода — «спектрометрии ионной подвижности».

В отношении объектов анализа общая тенденция проявляется в постоянном росте как их числа, так и числа определяемых в них аналитов. Чем отвечает аналитическая химия на эту тенденцию? Во-первых, это поиск обобщенных показателей, что наиболее отчетливо проявляется в анализе объектов окружающей среды. Во-вторых, максимальная унификация методик анализа и, в-третьих, автоматизация анализа. Многие из наиболее актуальных объектов анализа требуют получения возможно быстрого результата, например, при решении таких задач, как определение концентрации метана в воздухе шахт, наличия наркотиков и взрывчатых веществ в багаже и т.п. Это привело к тому, что «анализ уходит из лабораторий». Создаются специальные тест-системы, портативные приборы, мобильные лаборатории, размещаемые на автомобилях, самолетах и судах.

Еще одним решением, по смыслу близким к выбору обобщенных показателей, когда их трудно конкретизировать, является отказ от покомпонентного анализа в пользу распознавания образов с помощью математических приемов, таких как искусственные нейронные сети. На подобных принципах созданы такие аналитические системы, как «электронный нос» и «электронный язык», способные составить конкуренцию дегустаторам вин и парфюмерной продукции и даже собакам, обученным поиску взрывчатых веществ и наркотиков. В связи с последним интересен приведенный пример сравнения работоспособности приборов для обнаружения взрывчатых веществ и собак. Сравнение показало, что по селективности поиска веществ собаки пока имеют преимущество, но они быстро устают, а приборы могут функционировать неограниченное время в непрерывном режиме.

И все-таки важнейшие объекты анализа и аналитические проблемы относятся к молекулярной биоло-

гии и биохимии. Достижениями в этой области являются:

расшифровка геномов (генома человека),  
протеомика (исследование белков клетки),  
идентификация личности через ДНК-анализ,  
совершенствование клинического анализа,  
фармакокинетика и смежные направления,  
новые вещества — маркеры для диагностики заболеваний.

Подтверждением важности работ в области создания новых методов анализа и их применения к исследованиям разнообразных объектов, в первую очередь биологических, является присуждение за 80 лет, начиная с 1922 года, 10 Нобелевских премий по химии, 4 — по физике и 2 — по медицине за решение аналитических задач.

Лектор завершил свой рассказ о современной аналитической химии не на пафосной ноте достигнутых успехов, а на примерах нерешенных задач. Среди них он отметил необходимость создания относительно простых и экспрессных методов определения диоксинов в объектах окружающей среды и неинвазивных методов определения глюкозы в крови. Нерешенной остается задача разделения изомеров воды. Акцент на нерешенных задачах оказался особенно уместным еще и потому, что на лекции академика Ю.А. Золотова присутствовало много молодежи и важно было обратить ее внимание на сам факт оставленных для них нерешенных задач.

По результатам обмена мнениями между слушателями после окончания лекции можно констатировать, что лекция оказалась интересной представителям всех поколений слушателей, независимо от их узкой профессиональной ориентации. Профессионалы — аналитики смогли расширить свой кругозор и проникнуться чувством сопричастности к современным достиже-

ям аналитической химии, таким как разработки микрочиповых технологий, электронного языка и создание методов и средств непрерывного контроля в режиме реального времени с помощью судовых экоаналитических комплексов, и к ряду других, к которым непосредственное отношение имеют аналитики Санкт-Петербурга. Коллеги, представляющие другие химические дисциплины, узнали, насколько далеко современная аналитическая химия отличается от сложившихся у них стереотипов. И те, и другие еще раз прониклись чувством признательности Санкт-Петербургскому отделению РХО им. Д.И. Менделеева за сохранение традиции проведения Менделеевских чтений. Они, с одной стороны, дают возможность личного знакомства с наиболее выдающимися учеными нашей страны, а с другой — являются источником новых знаний, которые всегда нужны людям, работающим на ниве познания и подготовки новых поколений научных сотрудников. Об этих людях и о необходимости их подготовки для страны Дмитрий Иванович Менделеев, памяти о котором посвящены эти чтения, писал: «Высшее образование ... достигается только трудом и очень долгим, и дается только немногим к нему способным.... Образование есть благоприобретенный капитал, отвечающий затрате времени и труда и накоплению людской мудрости и опытности» [4].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Золотов Ю.А. О химическом анализе и о том, что вокруг него. М.: Наука, 2004, 478 с.
2. Золотов Ю.А. Химики еще шутят... Написано, записано и списано Ю.А. Золотовым. М.: ГЕОХИ РАН, 2000.
3. Золотов Ю.А. Химики еще шутят.... М.: УРСС, 2002, 32 с.
4. Менделеев Д.И. Заветные мысли. Репринтное воспроизведение издания 1903—1905 гг., Санкт-Петербург, 2006, 240 с.