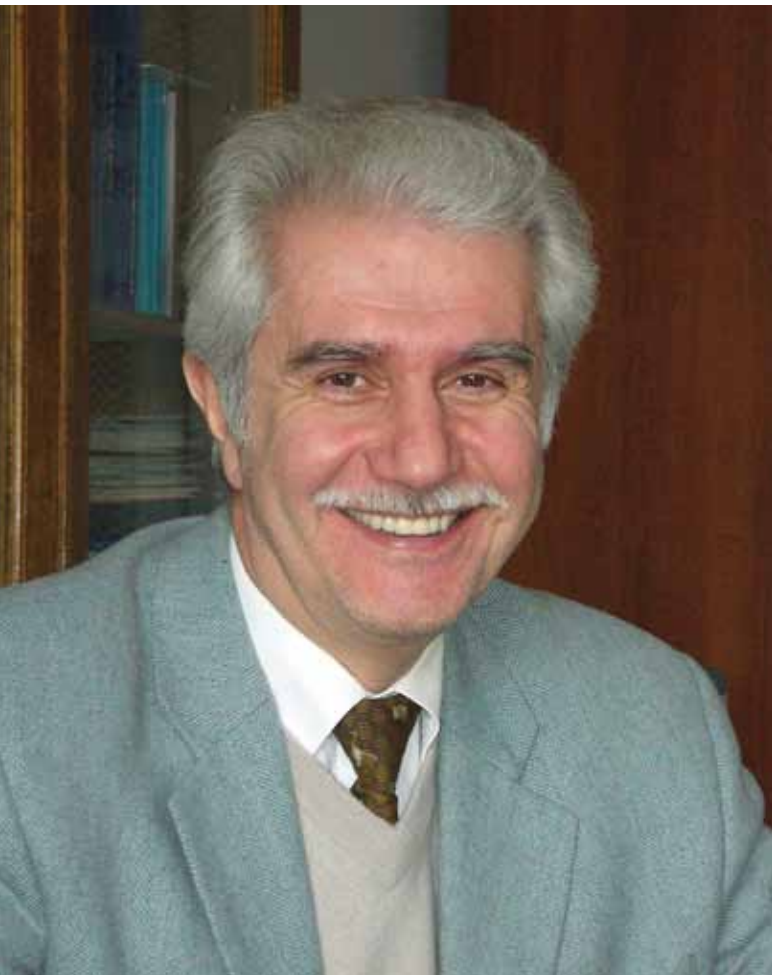


# РОССИЯ МОЖЕТ СТАТЬ ВЕДУЩЕЙ ДЕРЖАВОЙ В ОБЛАСТИ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ

Рассказывает президент Всероссийского масс-спектрометрического общества

д.х.н. **А.Т.Лебедев**



Масс-спектрометрия – одно из немногих направлений прикладной аналитики, успехи которой принципиально повлияли на множество прикладных областей и даже привели к появлению новых научных дисциплин. Современная масс-спектрометрия – это еще и направление индустриального приборостроения, в котором работают сотни компаний. Что немаловажно, многие успехи масс-спектрометрии связаны с деятельностью отечественных специалистов, но очень многие из них трудятся вне пределов России, на благо зарубежных фирм.

В 2003 году в России было создано Всероссийское масс-спектрометрическое общество, призванное объединить специалистов. За прошедшие без малого 10 лет достигнуты определенные успехи, однако задач, которые предстоит решить, – гораздо больше. О достижениях и роли современной масс-спектрометрии, о проблемах развития этого направления в нашей стране нам рассказал президент Всероссийского масс-спектрометрического общества, заведующий лабораторией органического анализа МГУ Альберт Тарасович Лебедев.

**Альберт Тарасович, Всероссийскому масс-спектрометрическому обществу в этом году исполняется 10 лет. Как оно создавалось?**

В 1991 году я впервые оказался на конференции Международного масс-спектрометрического общества – International Mass Spectrometry Foundation, на которой собралось около 1,5 тыс. масс-спектрометристов со всего мира, а в 1995 году я первый раз принял участие в ежегодной

конференции Американского масс-спектрометрического общества, на которой было более 5 тыс. участников. Именно в то время в масс-спектрометрии произошли прорывные изменения. Возможности и доступность этого аналитического метода вышли на качественно новый уровень. Значимую роль в этом играли научные форумы, проводимые Международным масс-спектрометрическим обществом и национальными

масс-спектрометрическими обществами, а также издаваемые международные масс-спектрометрические журналы. Регулярные собрания ведущих специалистов со всего мира, занимавшихся различными аспектами масс-спектрометрии, действительно производили очень сильное впечатление. Тогда у меня и возникла идея, что неплохо бы и в России создать подобную организацию. Тем более,

что российские научные школы и достижения в области масс-спектрометрии еще с советских времен были очень сильны и значимы.

Однако в 1995 году ситуация была совсем не простая, в науке вообще и в масс-спектрометрии – в частности. Очень многие специалисты покинули Россию. Проблема была еще и в том, что даже в Советском Союзе общества масс-спектрометристов не было, действовала только комиссия по масс-спектрометрии при АН СССР, которую возглавлял Виктор Львович Тальрозе. Но в 1995 году В.Л.Тальрозе уже работал за границей.

Поэтому в конце 1990-х годов задача создания добровольной профессиональной организации казалась невыполнимой. Но к началу 2000-х ситуация начала меняться. И когда я в 2001 году узнал, что с успехом прошла конференция финского масс-спектрометрического общества, то понял: все, ждать больше нельзя. Сложность была еще и в том, что у всероссийской организации должны быть ячейки в 50% субъектов федерации – т.е. в 45 из 90 регионов России, минимум по три человека в каждой. Я обратился к оставшимся в стране специалистам, мне дали 10 телефонов, из которых восемь оказались неправильными. Тем не менее, первый шаг был сделан. Очень помогли коммерческие компании, прежде всего – "МС-Аналитика" и работавший в ней Юрий Сергеевич Ходеев, бывший ученый секретарь комиссии по масс-спектрометрии АН СССР. Он дал мне достаточно много координат специалистов в России, которые покупали поставляемое компанией масс-

спектрометрическое оборудование. Эти люди стали своего рода центрами кристаллизации, они сообщили координаты коллег, те – еще кого-то, процесс пошел. В итоге за год мы создали ячейки организации в 48 субъектах РФ.

## Я не знаю ни одной области науки, где происходил бы такой фантастический рост, как в масс-спектрометрии

В 2003 году осенью состоялся учредительный съезд Общества – очень представительное мероприятие. Был принят устав, избраны руководящие органы, намечены первые планы работ. Научная конференция длилась четыре дня, выступали ведущие российские и приглашенные зарубежные специалисты. Из США специально приехал В.Л.Тальрозе, горячо поддерживавший эту идею. Присутствовала глава Американского масс-спектрометрического общества Кэтрин Кастелло. Все очень хорошо восприняли идею создания Общества, поскольку есть масса проблем, которые мешали специалистам эффективно работать – сложно достать литературу, нет доступа к зарубежным журналам, не было специального российского периодического издания, раздробленность и сложности с профессиональными контактами. Решить все эти проблемы и было призвано Всероссийское масс-спектрометрическое общество (ВМСО). Фактически через год учредили журнал "Масс-спектрометрия", в 2004 году вышел первый номер. В итоге журнал получил признание в

России и за рубежом. С 2007 года журнал вошел в список ВАК. С 2011 года он переводится на английский и издается как приложение к Journal of Analytical Chemistry – англоязычной версии известного российского издания "Журнал аналитиче-

ской химии", он реферирован в Chemical Abstracts.

Кроме того, ВМСО – это часть Международного масс-спектрометрического общества, поэтому нам открыты все ресурсы, которые доступны зарубежным коллегам. Прежде всего, речь идет о доступе к практически любой литературе и периодическим изданиям. Это очень важно, к нам многие обращаются с подобными запросами, особенно с периферии. Очень остра проблема с книгами по масс-спектрометрии, сейчас мы начинаем активно ее разрешать, участвуем в издании литературы, в том числе – совместно с издательством "Техносфера".

ВМСО также организует обучающие мероприятия. Регулярно проводим конкурс молодых ученых, победителей награждаем грантами на поездки на международные конференции. В этом году состоится первая международная школа по масс-спектрометрии, организованная Международным масс-спектрометрическим обществом. В Италии мировые гранды в течение недели будут рассказывать про масс-

спектрометрию. Мы готовы оплатить половину стоимости участия двух человек, объявили конкурс.

Каждый нечетный год мы проводим съезды и конференции, в них участвует порядка 250 человек, а также компании-производители и поставщики оборудования. На каждую конференцию приглашаем 4-5 специалистов из "элиты" мировой масс-спектрометрии, фактически у нас выступали все корифеи. Представляете, как это важно, особенно для молодых специалистов – воочию увидеть и послушать гранда, по книгам и статьям которого учился. Ведь масс-спектрометрия – это не просто выдающийся аналитический метод. Все, кто им занимаются, долго живут. До сих пор работают те, кто в конце 1940-х годов создавал сам метод. С ними можно пообщаться, послушать выступления, в том числе – на наших конференциях. Это действительно потрясающе. К сожалению, данная тенденция не распространя-

ется на страны бывшего Советского Союза, отечественные специалисты уходят рано.

## Масс-спектрометрия – это не просто выдающийся аналитический метод. Все, кто им занимаются, долго живут

ется на страны бывшего Советского Союза, отечественные специалисты уходят рано.

Сегодня Всероссийское масс-спектрометрическое общество достаточно многочисленно – примерно 600 человек. Очень много молодых, что приятно. Есть и зарубежные члены. По численности ВМСО – четвертое в мире, уступаем только обществам Германии, Бразилии и США. При-

### В Бразилии настолько развита масс-спектрометрия?

чем если американское общество недостижимо по численности (свыше 7 тыс. членов) и это исторически объяснимо, то ситуация с Бразилией достаточно удивительна и показательна.

Россию сегодня часто сравнивают с этой страной, но я так сказать не могу – по крайней мере, в сфере поддержки науки Бразилия далеко впереди. Если говорить о масс-спектрометрии, то еще 20 лет назад Бразилии, фактически, не было на масс-спектрометрической карте мира. Ситуацию изменил Маркос Эберлин. После трех лет работы в США он основал в Университете Кампинас Томсоновскую масс-спектрометрическую лабораторию (Thomson Mass Spectrometry Laboratory at the University of Campinas). Ему удалось показать, что масс-спектрометрия – это уникальный и универсальный аналитический метод, позволяющий добиться успеха во многих

прикладных областях. Масс-спектрометрические лаборатории начали создавать по всей Бразилии. Разумеется, все это происходило при содействии государства. Немалую роль в поддержке масс-спектрометрии играет, например, бразильская государственная нефтяная компания Petrobras, другие нефтяные корпорации. Там люди действительно заинтересо-

ваны в научных результатах. В результате масс-спектрометрия в Бразилии – один из ключевых методов для решения всех аналитических задач, поскольку он может практически все.

Сейчас в бразильском обществе масс-спектрометристов 1800 человек. И уровень конференций совершенно потрясающий. Заметьте, с нуля! В СССР на конференциях собиралось по 600-700 человек, но они закончились в 1986 году. Тогда в Бразилии масс-спектрометрии вообще не было. Вот пример того, насколько наука может быть востребованной, если лидеры страны понимают ее значение. М.Эберлина даже избрали президентом Международного масс-спектрометрического общества, столь высоко мировое сообщество оценило его заслуги в продвижении масс-спектрометрии.

Три года назад после очередного съезда ВМСО мне было поручено написать письмо Президенту РФ Д.А.Медведеву. Я написал, в результате получил формальный ответ – наша переписка выложена на сайте Общества. Сейчас мы написали письмо В.В.Путину, подписанное всего семью специалистами, – но это элита масс-спектрометрии, в том числе наши соотечественники, которые сейчас за границей занимают очень серьезные позиции. Посмотрим, что из этого получится.

**Почему к масс-спектрометрии – казалось бы, просто одному из аналитических методов – необходимо привлекать внимание руководителей страны высшего уровня?**

Дело в том, что масс-спектрометрия сегодня – не

просто один из аналитических методов. Это огромная индустрия и самое главное – совершенно новые возможности в очень многих практических областях, от контроля качества лекарств и продуктов до систем безопасности. Масс-спектрометрия – одно из немногих направлений науки и техники, которое сегодня определяет уровень технологического развития общества и даже его национальную безопасность.

Действительно, до 1990-х годов масс-спектрометрия была "одной из" лабораторных аналитических технологий. Однако в начале 1990-х произошел подлинный прорыв. Удалось состыковать жидкостную хроматографию с масс-спектрометрами. Кроме того, были созданы два определяющих метода ионизации веществ – матрично активированная лазерная диссоциация/ионизация (МАЛДИ, MALDI) и электрораспыление (электроспрей). Создатели этих методов – К.Танака (MALDI) и Дж.Фенн в 2002 году были удостоены Нобелевской премии по химии. К слову, при этом забыли про подлинного изобретателя метода электрораспыления – Лидию Николаевну Галль, которая со своей группой в Институте аналитического приборостроения АН СССР еще в 1982 году разработала этот метод и опубликовала результаты раньше статей Дж.Фенна. Ее приоритет сегодня общепризнан, во многом – усилиями ВМСО. В этом году Лидия Николаевна выступит с лекцией на секции по истории масс-спектрометрии на конференции Американского масс-спектрометрического общества.

Методы МАЛДИ и электрораспыления позволили работать

практически с любыми органическими молекулами, включая пептиды, белки, сахара, ДНК, – все то, что раньше было абсолютно недоступно для масс-спектрометрии. В результате начался бум проникновения масс-спектрометрии в биологию и медицину, в другие направления аналитической химии.

Кроме того, созданы и новые анализаторы ионов. Это, прежде всего, орбитальные ионные ловушки (Orbitrap) – разработка нашего соотечественника Александра Макарова, который сегодня работает в компании

оказалось в этот момент на входе прибора. И это не просто расширение возможностей аналитики, масс-спектрометрия по сути предопределила возможность появления новых научных направлений.

Я просто не знаю ни одной области науки, где с начала тысячелетия происходил бы такой фантастический рост самых разных приложений, как в масс-спектрометрии. Разве что в области информатики и телекоммуникаций. Нигде больше нет столь потрясающего развития.

## Мы приближаемся к абсолютному теоретическому пределу вообще любого аналитического метода

Thermo Fisher Scientific. Чувствительность современных масс-спектрометров в рекордных случаях достигает зептомоль ( $10^{-21}$  М) – при том, что число Авогадро –  $6 \cdot 10^{23}$ . Тысячи молекул может оказаться достаточно, чтобы обнаружить и идентифицировать вещество. А ведь масс-спектрометрия оперирует ионами, а не молекулами. Для детектирования достаточно ионизировать хотя бы две-три молекулы из тысячи. Это значит, что мы приближаемся к абсолютному теоретическому пределу вообще любого аналитического метода.

Сегодня известно более 70 различных методов ионизации в масс-спектрометрии. Скорость, чувствительность, информативность метода – все просто поражает. Масс-спектрометрия позволяет увидеть любое вещество, которое

**В каких областях достоинства масс-спектрометрии открыли качественно новые возможности, привели к появлению новых прикладных направлений?**

Таких областей достаточно много. В силу универсальности метода, применение масс-спектрометрии везде открывает качественно новые возможности и подходы.

Огромная область применения масс-спектрометрии – энергетика, анализ нефти и нефтепродуктов. Вообще рождение органической масс-спектрометрии во многом связано с деятельностью нефтяных компаний. После Второй мировой войны активность добычи и переработки нефти возросла. Возникла проблема – как нефть характеризовать? Масс-спектрометрией до этого в основном занима-



лись физики, они изучали абсолютные значения энергии связей, определяли точные массы ионов – это совершенно другой класс задач. И вдруг стало понятно, что можно по пикам ионов идентифи-

Подлинную революцию масс-спектрометрия совершила в биомедицине. Благодаря этому методу фактически возникла новая наука – протеомика. Ведь только масс-спектрометрия позволяет

коквалифицированных аналитиков – достаточно лаборанта, который вечером ставит пробирки с образцами в прибор, а утром забирает распечатку с результатами. Подобная схема применима и для скрининга новорожденных, беременных женщин, не говоря обо всех остальных категориях пациентов медицинских учреждений.

## Можно проводить хирургические операции, в режиме реального времени анализируя оперируемые ткани

цировать конкретные вещества, совсем необязательно их полностью фрагментировать и исследовать энергии, массы и структуры каждого фрагмента. Ведь не существует двух ионов с разным составом, но с одинаковой массой. Обязательно она будет хоть немного, но отличаться. И весь вопрос – в разрешающей способности прибора. Если анализируется смесь, ее можно сначала разделить хроматографом. Так начался бум в развитии масс-спектрометрии, он привел к созданию органической масс-спектрометрии.

Сейчас с помощью сверхвысокого разрешения масс-спектрометров можно прямо в сырой нефти обнаруживать до 30–50 тыс. различных соединений, точнее – элементных составов. От наиболее легких компонентов до тяжелых асфальтенов. Это очень интересно нефтяникам, поскольку сразу становится понятным, что дальше с этой нефтью делать, на какие нужды ее эффективнее всего пускать. Возникла новая наука – петролемика, это направление достаточно активно финансируется во многих странах, в том числе – в США и Бразилии.

увидеть все белки, которые вырабатывает организм, рассмотреть их свойства и посттрансляционные модификации, понять роль того или иного белка, почему больной организм генерирует одни белки, а здоровый – другие. Сейчас в мире очень много усилий направлено именно на протеомику. Например, на конференциях Американского масс-спектрометрического общества, которые собирают порядка 7 тыс. участников, более половины докладов посвящены именно исследованиям в области белков и пептидов, а также другим биомедицинским аспектам. Все осознают, что направление это – очень значимое, каждый шаг приводит к новым результатам и успехам.

Во всем мире в здравоохранении масс-спектрометрия ушла из лабораторий в клиники. Нарботано огромное число методик, благодаря которым достаточно одного миллилитра крови, для того чтобы выявить сотню заболеваний. Причем анализ происходит в автоматическом режиме, по известным биомаркерам. Не нужно научных светил, высо-

Совершенно новые возможности масс-спектрометрия открывает в онкологии. Например, можно проводить хирургические операции, одновременно, в режиме реального времени анализируя оперируемые ткани. Это очень важно при удалении злокачественных опухолей, когда нельзя ни отрезать лишнее, ни оставить опухолевую ткань. Обычно хирург, если сомневается, отправляет ткань на биопсию, и операция прерывается. Результаты биопсии приходят через час, а то и сутки, необходима повторная операция и т.д. Современная масс-спектрометрия позволяет через присоединенный к скальпелю капилляр в он-лайн-режиме анализировать состав тканей и отслеживать определенные биомаркеры, которые характеризуют опухоль. Казалось бы, фантастика. Но сегодня в Венгрии и Германии число таких операций перевалило за тысячу, со 100%-ным успехом. И это уже очень серьезно.

Не менее важная область применения – экологический мониторинг. В России сегодня контролируют содержание в атмосфере таких вредных веществ, как NO/NO<sub>x</sub>, SO/SO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, пыль, иногда озон. Конечно, концентрацию этих веществ нужно отслеживать. Но ограничиваться

только ими в 21 веке – просто смешно. Мы в лаборатории органического анализа химфака МГУ в течение трех зим отбираем пробы снега. Снег – это идеальная депонирующая матрица: она холодная, простоя и сохраняет все, что оседает из атмосферы, включая многие нестабильные вещества. Поэтому, когда в марте мы берем образец, то видим все, что выпадало из атмосферы за четыре месяца. И в любой пробе мы определяем порядка 600 органических соединений. Я не говорю про металлы – это отдельный разговор, мы находим в снеге сотни органических соединений, которые никто никогда не контролирует. Некоторые из них опасны, но дело даже не в этом – мы находим огромное количество соединений, про которые никто ничего не знает, неизвестна даже их токсичность. Их просто не исследовали – не ставилась такая задача. И подобных соединений в пробе – порядка 500. Я полагаю, многие из них не слишком полезны для организма.

Причем полное ощущение, что в России это никому и не надо. А те, кто вроде бы призван следить за экологической безопасностью, довольствуются шестью компонентами. Соответственно, возможности масс-спектрометрии в области экологии остаются в нашей стране не востребованными. Для сравнения, в США мое сообщение на эту тему сразу включили в программу конференции в качестве устного доклада, я с ним выступал перед тысячей специалистов. После доклада выстраивалась очередь, чтобы задавать вопросы.

Конечно, можно еще долго перечислять различные практические приложения масс-спектрометрии. Это и криминалистика, и проверка подлинности произведений искусства, и обнаружение фальсификатов лекарственных препаратов, и допинг-контроль. Причем можно заниматься скринингом – нецелевым анализом, то есть определять все, что есть в пробе. А можно проводить целевой анализ, направленный на обнаружение конкретных веществ – например, наркотиков или взрывчатых веществ. Они просто закладываются в

ситета Пердью в США. На международной конференции в 2009 году в Бремене он сказал, что в течение ближайших 10 лет масс-спектрометр станет настолько обычным и недорогим инструментом, что любая домохозяйка на кухне сможет определить концентрацию пестицидов в овощах, оценить качество мяса, проверить наличие обещанных микробавок и т.п. Причем технически подобное оборудование уже реализуемо, проблема в том, что стоит оно порядка 30 тыс. долл. Как только цена снизится хотя бы до уровня 3 тыс. долл.,

## Мы находим в снеге сотни органических соединений, которые никто никогда не контролирует

программу, и прибор сигнализирует при их обнаружении. Для работы с подобным оборудованием специальной квалификации не нужно. Такие анализаторы уже работают, например, в американских аэропортах. Масс-спектрометрия стала уже совершенно практической наукой.

**Невозможно добиться подлинной массовости метода, если для его реализации нужно дорогостоящее лабораторное оборудование. Создаются ли более дешевые масс-спектрометры, рассчитанные, например, на полевые условия?**

В мире многие работают над созданием массового портативного оборудования. В частности, серьезных успехов в этом направлении достиг Грэм Кукс, профессор универ-

масс-спектрометрические анализаторы позволяют контролировать качество продуктов в ресторанах, супермаркетах и т.п. А следующий шаг снижения цены – превращение подобных анализаторов в бытовую технику. Это будет означать подлинную революцию в возможностях аналитической химии. Вопрос снижения стоимости – серьезный, но решаемый, причем за несколько лет. Достаточно вспомнить, сколько стоили первые микроволновые печи или сотовые телефоны. А сегодня это – привычные бытовые устройства.

Например, один из последних портативных приборов Г.Кукса надежно определяет летучие вещества, которые выделяются листьями растений. Он позволяет прямо в поле получать информа-

цию – причем не про один какой-либо компонент, а сразу про все. Можно проводить мгновенный анализ веществ на любой поверхности, например, на руке. На ладонь направляется водный спрей, он десорбирует все, что есть на ладони и через капилляр поступает в прибор.

Подчеркну, возможности метода практически ничем не ограничены – он позволяет идентифицировать органические и неорганические вещества, биоорганические соедине-

ния, обнаруживать химическое и биологическое оружие. Все это можно сделать за секунды и с помощью одного прибора – масс-спектрометра.

## В России для контроля медикаментов официальными органами масс-спектрометрия не используется

ния, обнаруживать химическое и биологическое оружие. Все это можно сделать за секунды и с помощью одного прибора – масс-спектрометра.

### Насколько активно масс-спектрометрия используется в России?

По сравнению с остальным миром мы сильно отстаем. Это – одна из проблем, на которую мы хотим обратить внимание руководителей нашей страны. Я уже привел ряд примеров совершенно практического применения масс-спектрометрии. Добавлю лишь один. Во всем мире остро стоит проблема верификации медицинских препаратов, поскольку фальсификаты фактически переполняют рынок. Для контроля подлинности медикаментов все развитые страны используют именно масс-спектрометрию, поскольку это идеальный метод

для подтверждения правильности состава любой композиции. В России же для контроля медикаментов масс-спектрометрия не используется. В лучшем случае применяется высокоэффективная жидкостная хроматография, в худшем – гравиметрия, ИК- и УФ-анализы. В чем проблема – непонятно, говорят, что причина в отсутствии приборов, но факт – в стране официальными органами не используется ни одна аттестованная методика контроля качества

медикаментов на основе масс-спектрометрического анализа. Сами методики известны, аттестованы во всем мире, используются производителями препаратов, в том числе и в России. Однако применять наиболее эффективный метод для контроля лекарственных препаратов то ли никому не надо, то ли кому-то не выгодно.

А вспомните – летом 2010 года в Китае в Сунгари паводком смыло несколько тысяч бочек с химикатами и все это плыло к нам в Амур. Ведь никто в течение двух месяцев не знал, что же к нам плывет. А масс-спектрометрия позволяет за час определить, что плывет и в каких количествах. Причем не важно, о двух соединениях речь или о 200. Очевидно, что подобные анализы службы МЧС должны уметь проводить, что называется, не задумываясь. Значит, необходимы и крупные

центры мониторинга со сложным оборудованием, и приборы попроще в санэпидемстанциях каждого небольшого города. Но ведь этого пока нет. Да, сейчас ситуация начала изменяться. Но самое главное – нет людей, которые готовы к такой работе.

Вообще, во всей России я могу назвать только одно учреждение, работающее в области масс-спектрального анализа на хорошем мировом уровне. Это ФГУП "Антидопинговый центр". Российская антидопинговая лаборатория отлично оснащена и укомплектована высококвалифицированными специалистами, которые не просто проводят регулярный контроль тысяч проб. Они еще разрабатывают и новые аналитические методики, которые получают признание во всем мире. Авторитет лаборатории подтверждают гранты на исследования от Всемирного антидопингового агентства (WADA), которое просто так деньги не раздает. Но сам факт существования столь эффективной организации в России – это, к сожалению, исключение, подтверждающее правило.

Однако применение – это только одна сторона проблемы. Не менее значимо и то, что масс-спектрометрия – не только аналитический метод, но и научно-производственный бизнес. Масс-спектрометрическое оборудование и комплектующие выпускают сотни компаний, ежегодные объемы поставок составляют миллиарды долларов. Однако Россия оказывается в стороне и от этого процесса. За последние 15 лет в стране практически не производится спектрометрическое оборудование (5–6 новых приборов общим тиражом около десятка,

об их конкурентоспособности говорить не приходится). За то же время во всем мире созданы сотни новых моделей масс-спектрометрического оборудования, которые производятся десятками тысяч. И речь тут идет не только об утрате одной из ключевых отраслей приборостроения, но и, учитывая современную роль масс-спектрометрии, о потере технологической независимости. А это уже вопрос государственной безопасности.

### **Есть ли принципиальные возможности для создания и производства в России масс-спектрометрического оборудования?**

Посмотрите: во всех ведущих зарубежных компаниях-производителях масс-спектрометрического оборудования – Agilent Technologies, Bruker, Thermo Fischer Scientific, LECO, Denaher и др. – работает достаточно много российских специалистов, порой буквально бригадами. Причем в таких компаниях, как Thermo, LECO, AB SCIEX, Bruker наши разработчики вообще занимают ключевые позиции. Яркий пример – Александр Макаров, создатель масс-анализатора на основе орбитальной ионной ловушки Orbitrap. Он не смог реализовать свои идеи в России, уехал в Англию, затем начал работать в компании Finnigan (теперь Thermo Fischer Scientific). Созданный в этой компании масс-анализатор Thermo Scientific LTQ Orbitrap – прорывная разработка в области аналитического оборудования. За первые пять лет продаж, с 2005 года, это оборудование принесло компании Thermo Scientific

более миллиарда долларов. А ведь авторы ключевых патентов на Orbitrap – это российские специалисты А.Макаров, Э.Денисов и А.Холомеев. Значение этой работы столь велико, что А.Макарова уже несколько раз очень авторитетные специалисты номинировали на Нобелевскую премию. Он удостоен практически всех наград масс-спектрометрических сообществ.

Подобный случай не уникален. На трех последних конференциях Международного и Американского масс-спектрометрических обществ почетные премии за достижения в мировой масс-спектрометрии присуждались нашим соотечественникам, работающим за рубежом – это и А.Макаров, и профессор Каролинского университета Стокгольма Р.Зубарев, и Юлия Ласкин, работающая в США. В компании LECO ключевую позицию по разработке новых масс-спектрометров занимает

спектрометрических обществ ежегодно собираются более 150 специалистов из бывшего Советского Союза – "общество масс-спектрометристов в изгнании". Все это говорит об одном – огромный научный потенциал российских специалистов оказался не востребованным на родине, им с успехом воспользовались ведущие зарубежные компании. Однако аналитическим приборостроением можно было бы заниматься и здесь, многие специалисты были бы рады вернуться и работать в России.

### **Что мешает создавать масс-спектрометрическое оборудование в нашей стране?**

Приведу лишь один, но яркий пример. Выдающийся российский физик и инженер Анатолий Веренчиков, работавший в группе Л.Н.Галля в Институте аналитического приборостроения АН СССР, участник создания метода

## **В таких компаниях, как Thermo, LECO, AB SCIEX, Bruker российские разработчики занимают ключевые позиции**

В.Артаев. В Черногории по контракту с этой компанией, сразу по нескольким направлениям работает Анатолий Веренчиков, он буквально бурлит новыми идеями. Множество специалистов уехало в 1990-е годы, а такие как М.Макаров, В.Артаев, Р.Зубарев и другие буквально за 5-6 лет стали там лидерами. Достаточно сказать, что на конференциях Международного и Американского масс-

"электроспрей". Он уехал в Канаду, работал на Американском континенте, а потом вернулся в Санкт-Петербург и попытался на базе своего родного Института аналитического приборостроения РАН по контракту с LECO заниматься разработкой новых приборов. Удалось собрать команду специалистов, приступили к работе. Однако возникли неразрешимые проблемы – сложности с



финансированием работ, даже при существовании хорошего контракта с западной фирмой, ничего не провезешь через таможеню, комплектующих и запчастей ждешь месяцами, когда они нужны прямо сей-

ляются деньги, специалисты готовы возвращаться и работать. Но все вязнет в каких-то безумных бюрократических проблемах, которые тормозят развитие целого направления, где мы объективно могли бы быть

чивали 80% всех отечественных масс-спектроscопистов, работающих за рубежом.

Отдельная проблема, которая может упроститься с созданием центра, – техническое обслуживание научного оборудования. Ведь сейчас, если что-то ломается в любой лаборатории – это страшное бедствие. Сервис со стороны поставщиков оборудования в России оставляет желать лучшего, два-три специалиста на всю страну, поэтому сначала месяцами ждешь, пока выяснят проблему, а затем еще несколько месяцев проходит до поставки запчастей и устранения неисправности. Прибор все это время простаивает. За рубежом все это занимает один-два дня. В рамках же одного центра вопросы техобслуживания в России решать проще.

Но самое главное – центр позволит полноценно заниматься подготовкой и переподготовкой специалистов.

**Насколько актуальна сегодня проблема подготовки кадров для масс-спектрометрии?**

В России нет масс-спектрометрического образования. А потребность в масс-спектрометристах сейчас просто невообразимая, их нужны сотни. В стране принимаются и реализуются государственные программы, появились деньги. Все крупнейшие фирмы – Thermo, Bruker, Agilent и другие – последние два года бьют рекорды продаж за всю историю их работы в России. Приборы покупаются, однако потом отдачи от них практически никакой – на них просто некому работать. В результате

## Россия может стать ведущей державой мира в области масс-спектрометрии

час и т.д. Терпение исчерпалось, А.Веренчиков переехал в Черногорию, создал там лабораторию, перевез свою группу в составе 14 специалистов. Теперь в этой лаборатории ведется десяток совершенно потрясающих научных проектов, создается новое поколение приборов. Их первый прибор, времяпрелетный масс-спектрометр высокого разрешения Citius LC-HRT компании LECO, в 2011 году получил золотую медаль\* Питсбургской конференции по аналитической химии и прикладной спектроскопии Pittcon (The Pittsburgh Conference on Analytical Chemistry and Applied Spectroscopy) – главного мирового форума по аналитическому приборостроению. К слову, до этого только один масс-спектрометр удостоивался такой награды – Finnigan LTQ Orbitrap А.Макарова в 2006 году.

Заметьте, все это происходило не в 1990-е годы, когда все рушилось и оставалось только уезжать. Казалось бы, сейчас уже другая ситуация, появ-

мировыми лидерами.

Собственно, эту мысль мы и пытаемся в своем письме донести до Президента РФ В.В.Путина – Россия может стать ведущей державой мира в области масс-спектрометрии. Более того, поскольку метод универсален, отталкиваясь от него, можно существенно продвигаться и в других научных и прикладных направлениях.

**Каковы должны быть конкретные шаги для столь амбициозной цели, в чем может выражаться помощь государства?**

Мы предлагаем создать в России образовательно-научно-технический центр масс-спектрометрии. Такой центр привлечет и ученых из-за рубежа, ведь некоторые из них готовы вернуться, если в России появится возможность реализовать себя. Для этого нужна серьезная программа, с государственной поддержкой. Среди основных задач центра – разработка приборов, научные исследования, а также образовательная деятельность. Это может быть и независимая структура, и центр на базе МГУ, МФТИ или МИФИ. Я называю именно эти три вуза, поскольку их закан-

\* Pittcon Editors' award – награда, присуждаемая на Pittcon с 1996 года лучшим новым продуктам по мнению редакторов ведущих изданий в области аналитического оборудования.

есть установка стоимостью 20 млн. руб., с помощью которой нужно получать максимум информации. А реально используется в лучшем случае 2% ее возможностей. Например, смотрят лишь содержание нескольких простейших соединений, тогда как оборудование позволяет получить данные о десятках тысяч веществ. А зачастую купленное оборудование просто остается в ящиках.

Недавно в ВМСО обратились из крупного научного центра. Там создана аналитическая лаборатория, оснащена 10 очень хорошими приборами – и ни одного специалиста, знающего, как на них работать. Сейчас мы думаем, чем помочь, но ситуация-то абсурдная! Прекрасно оснащенная лабо-

ратория, оборудование – самое современное, введено в эксплуатацию, только работай. А некому. И такой пример – далеко не единственный. Рынок грамотной рабочей силы абсолютно пустой. Его нужно срочно заполнять, заниматься преподаванием, подготовкой и переподготовкой кадров. Иначе ведь не только специалистов не будет, некому и негде станет их готовить.

Всероссийское масс-спектрометрическое общество помимо конференций организует еще и учебные семинары – школы. Они проходят один-два раза в год и посвящены разным аспектам масс-спектрометрии. В год такие школы собирают порядка 100 человек. Как правило, это сотрудники лабораторий, в

которые вдруг купили масс-спектрометр, а что с ним делать, с какой стороны подходить – никто не знает. И это не их вина, поскольку у нас нет такой специальности такой – масс-спектрометрия – нет, но и в учебные программы вузов эта дисциплина практически нигде не входит.

Мы в рамках наших школ пытаемся как-то повлиять на ситуацию, но что можно успеть за три-четыре дня? Только какие-то базовые теоретические аспекты. Это несерьезно. Нужна качественная подготовка, причем не только теоретическая. Необходимо непосредственно на приборе показывать все возможности метода, все режимы и опции. Но условий для такого обучения сегодня нет.

Ведь даже на химфаке МГУ хороших приборов нет. Много идей, много молодежи, из которой за два года можно подготовить отличных специалистов. Но для этого нужно современное оборудование, а не устаревшие 20-летней давности. Для масс-спектрометрии это уже

азию самым фактом существования. ВМСО объединяет более 600 специалистов, и уже одно это позволяет говорить о сохранении в России научного потенциала. По мере сил мы занимаемся информационным обменом, выпускаем журнал, участвуем в книгоизда-

уже работал в 1982 году, в 1984 году были прототипы оборудования. Когда в Россию приехал Джон Фенн, ему все показали и рассказали. Он мгновенно проникся идеей и, вернувшись, собрал установку, получил результаты, опубликовал их и стал развивать метод, за что и получил Нобелевскую премию. Но все равно его статьи вышли позднее, чем у Л.Н.Галль.

Или Игорь Александрович Ревельский - еще один лауреат золотой медали ВМСО - уже неоспоримый создатель метода фотоионизации при атмосферном давлении. Его приоритет признан во всем мире, в том числе и благодаря активной информационной работе ВМСО.

Но самое главное, повторюсь, - у нас есть действующее сообщество специалистов, которые регулярно общаются между собой, обмениваются результатами и идеями. Много разных обращений - хотят вступить в Общество, придти на курсы, послушать лекции, участвовать в конференции и т.д. Все это значит, что если в стране появятся "центры кристаллизации", где можно заниматься серьезными научными и прикладными исследованиями в области масс-спектрометрии, если создать условия для нормальной работы и достойной жизни специалистов, это направление будет развиваться и приносить результаты. Однако, как и в любой современной наукоемкой области, без помощи государства тут не обойтись.

**Спасибо за интересный рассказ.**

*С.А.Т.Лебедевым беседовали  
В.В.Родченкова и И.В.Шахнович*

## Купили масс-спектрометр, а что с ним делать, с какой стороны подходить – никто не знает

каменный век, она развивается столь стремительно, что приборы списывают через пять лет. Нет и учебных курсов. Сейчас на химфаке есть идея организовать один большой сквозной курс - 70 лекций и практические занятия, но это еще только проект. Что ж говорить про другие вузы, там ситуация еще хуже.

И тут нужно четко понимать, что наука и образование - это задачи государственные, их не решить за счет внебюджетных средств. Однако до сих пор в России их решением никто не занимался. Поэтому мы и обратились к высшим лицам страны. Может быть, хоть это изменит ситуацию.

**Всероссийское масс-спектрометрическое общества само как-то может повлиять на ситуацию, например, разработать программу развития масс-спектрометрии в стране?**

Для создания программ развития наших ресурсов недостаточно. Тут нужны энтузиасты, а, к сожалению, большинство энтузиастов уехало за границу. Но мы влияем на ситу-

нии - и это тоже очень важно.

Кроме того, к нам регулярно обращаются, если нужны компетентные рекомендации, например, по выбору оборудования. Ведь масс-спектрометров выпускается несколько сот типов, потому необходимо абсолютно четко понимать, для каких задач приобретается оборудование. Иначе 90% возможностей прибора окажутся невостребованными, а это - потеря денег. Обладая определенным опытом, специалисты ВМСО помогают сформулировать требования к оборудованию и сузить выбор до нескольких производителей.

Еще одно немаловажное направление нашей деятельности - мы стремимся рассказать международному сообществу об успехах и приоритетах отечественных специалистов в определенных направлениях масс-спектрометрии. Например, не без наших усилий мировое сообщество признало приоритет Л.Н.Галль в области создания метода ионизации электрораспылением. Ведь у Л.Н.Галль этот метод