

# Вечно молодая хроматография

В год 120-летия открытия хроматографии М.С. Цветом о роли хроматографии и хромато-масс-спектрометрии в современной науке рассказывает Алексей Константинович Буряк, член-корреспондент Российской академии наук, доктор химических наук, директор Института физической химии и электрохимии им. А. Н. Фрумкина РАН



Алексей Константинович – заведующий лабораторией физико-химических основ хроматографии и хромато-масс-спектрометрии в ИФХЭ РАН. Автор более 200 статей и 11 патентов, заместитель председателя Объединенной комиссии по хроматографии научных советов по аналитической и физической химии РАН. С 2016 года А. К. Буряк возглавляет ИФХЭ РАН. Область научных интересов Алексея Константиновича на всем протяжении его профессиональной деятельности связана с хроматографией и масс-спектрометрией.

О своем пути в науку, повседневных заботах руководителя большого коллектива, о современных проблемах и перспективах в хроматографии и хромато-масс-спектрометрии и многом другом рассказал А. К. Буряк.

### Алексей Константинович, вы выпускник химического факультета МГУ. Когда у Вас появился интерес к хроматографии?

Это была моя дипломная работа. Все началось с посещения Проблемной лаборатории адсорбции и хроматографии Андрея Владимировича Киселева, который был пионером хроматографии в нашей стране. Он начал заниматься хроматографией в 60-е годы, и первый отечественный хроматограф «Цвет», разработанный специально для физико-химических применений в хроматографии, был создан его учеником и диссертантом Яковом Ивановичем Яшиным.

### Каким вы запомнили А. В. Киселева?

А. В. Киселев был настоящий университетский профессор с характерной бородкой, ходил всегда в белом халате. Он очень ответственно относился к своим лекциям: каждый раз со слуха их обязательно записывали две сотрудницы. Потом эти записи он бесконечно правил, и венцом всей его педагогической деятельности стала книга «Адсорбция и хроматография». Причем она была построена так, что вся адсорбция рассматривалась как подходы для создания адсорбентов для хроматографии. А хроматография в его лаборатории была представлена во всех видах: это и физико-химические применения, поскольку лаборатория была на кафедре физической химии. И, конечно, многочисленные аналитические приложения, которые были тоже очень широкие. Тогда прозвучал «чудесный призыв» Леонида Ильича Брежнева, который попросил ученых создать «бомбу от гриппа». В то время американские нейтронные бомбы размещались в Европе, и, полусуя в ответ на милитаризм запада, Брежнев призвал бороться с бушующей в то время эпидемией гриппа в СССР. Андрей Владимирович воспринял этот призыв вполне серьезно – были опубликованы работы, где пытались с помощью жидкостной хроматографии разделять вирусы. Собственно, проблема их разделения актуальна и сейчас. В связи с коронавирусом на последних научных выступлениях я вижу хроматограммы того времени.

### Как химия возникла в вашей жизни?

Это произошло само собой, так как основные книги в нашем доме были по химии. Мои родители

и по образованию, и по профессии были химиками. В доме было много популярной литературы по химии и много специальной – по химической технологии. Папа и мама работали в Научно-исследовательском институте по удобрениям и инсектофунгицидам, который работает и сейчас. Институт создали для развития отечественной промышленности удобрений, это был второй шаг нашей страны по обеспечению продовольственной безопасности. Наши низкоплодородные почвы требовали серьезной сельскохозяйственной техники для ее обработки, что было сделано в период индустриализации. А вот колоссальная заслуга Никиты Сергеевича Хрущева из того, что ему удалось реализовать, – это химизация всего народного хозяйства и особенно сельского хозяйства. Тогда были построены многочисленные заводы, которые производили так называемые комплексные удобрения – не только азот, но и микроэлементы, фосфор, калий. Общее количество удобрений, производимых в СССР, 110–115 млн тонн, это много. Часть, конечно, продавали, но в основном использовали у нас.

### Почему вы по окончании МГУ попали в Институт физической химии?

В лаборатории А. В. Киселева я занимался не только хроматографией, но и хромато-масс-спектрометрией. Тогда у нас появился прекрасный новый японский прибор, который был завезен в обход американских санкций. К нему был американский компьютер. Тогда масс-спектрометрия воспринимала хроматографию как способ ввода пробы. Андрей Владимирович разработал полуэмпирическую молекулярно-статистическую теорию адсорбции, которая позволяла рассчитывать времена удерживания на графитированной саже. Мне показалось интересным, что можно очень успешно разделять изомеры на поверхности графитированной сажи, предсказывать их удерживание, так как простая поверхность, простые молекулы и можно дополнительно подтверждать результаты масс-

спектральными данными. Так, настоящая хромато-масс-спектрометрия стала основой и дипломной работы, и кандидатской диссертации, и в дальнейшем важным направлением моей работы. И сейчас

---

*Хроматографические  
методы определения  
состава поднимают  
качество  
и достоверность  
результатов на более  
высокий уровень*

---

мы продолжаем развивать масс-спектрометрию, в планах есть молекулярно-статистические расчеты адсорбции в том числе и для изомерных молекул.

**Как сейчас обстоит дело с хроматографической приборной базой в институте?**

Сейчас ситуация с оборудованием значительно лучше, и сами приборы стали совершеннее. В те уже далекие времена у нас тоже было неплохо: фактически три хромато-масс-спектрометра. Один из них изотопный, кстати, отечественный. Сейчас, к сожалению, у нас все приборы импортные, но грядут изменения. Мы приобретаем несколько отечественных хроматографов газовых и жидкостных и на подходе в рамках программы научного приборостроения – хромато-масс-спектрометры для жидкостной хроматографии. Это важно, так как масс-спектрометр – это очень быстрое и успешное орудие, но к хорошему быстро привыкаешь, а когда происходит поломка – нужно полгода ждать, когда иностранный производитель доставит запчасть.

**Верно, что для научных целей нужна сложная, специальная техника, не такая как для обычных рутинных лабораторий, где используют хромато-масс-спектрометры?**

Вы знаете, это не так. В научной лаборатории нужны и рутинные приборы, и оборудование высокого разрешения и класса. Они дорогие, и должны быть в центрах коллективного пользования. Мы благодарны Российскому научному фонду, поддержавшему заявку нашего центра коллективного пользования, который обеспечивает приборами несколько выигравших совместный проект участников РНФ. Эта работа рассчитана на три года, в результате мы получим практическую отдачу и поймем, насколько участникам интересны рутинные приборы, а насколько приборы высокого уровня. Такие проекты представляют значительную ценность. Но ученым важно иметь и рутинные приборы для лабораторий, чтобы доработать их до удобного практического применения. Создавать методики, которые могут быть отлажены на приборах высокого уровня, а затем перенесены на простые рутинные.

*Мы огромное внимание последнее время уделяем разработкам сорбентов-катализаторов для нейтрализации топлив, в том числе ракетных, в окружающей среде*

И тогда сам уровень такой методики гарантирует высокое качество получаемых результатов.

**Какова перспектива научно-технического сотрудничества института с производителями хроматографов?**

Только исследователь знает, какое оборудование ему на самом деле нужно. Он может предложить производителю блок-схему будущего модуля или устройства. Есть много вариантов сотрудничества. Например, в нашей лаборатории работает Виктор Борисович Хабаров, он уже много лет совершенствует рефрактометрический детектор. За основу был взят стандартный. С разными фирмами мы пытались его детектор внедрить в серийное производство, но пока этого не случилось. Может теперь получится?

**Какие варианты кооперации для разработки хроматографической техники вы бы предложили отечественным компаниям?**

На стадии разработки идеи можно обсудить концепцию будущего прибора. Сейчас, конечно, управление прибором и обработка данных – это равноправная часть хроматографа и масс-спектрометра. Не все уже доступно человеку в «ручном варианте». Компьютерная программа и управляет, и обрабатывает данные так, что доступны не только просмотр спектров, но и предложения вариантов структур молекул, что очень важно для их идентификации. Итак, мы можем обсудить концепцию прибора и программы, подобрать задачи, для которых этот прибор будет предназначен. Не может быть чисто научного прибора, прибор и задачи очень увязанные вещи. Стадию апробации опытного прибора следует проводить в научной лаборатории. На нем должны поработать и научные сотрудники, и студенты, и аспиранты, так как устойчивость прибора к несанкционированным действиям – это залог его будущей надежности. К сожалению, институт не имеет станков и другого промышленного оборудования для производства приборов. Закупка каких-то стандартных элементов и запчастей тоже должна быть на стороне производителя. Но мы можем тестировать и отбирать блоки, из которых

лучше компоновать готовое устройство. Например, подобрать оптимальную комплектацию по детекторам для конкретной задачи, разработать методики – это способны сделать научные сотрудники института.

**Во многих сферах нашей жизни произошли кардинальные перемены. Что нужно делать и институту, и отечественной науке с приборной базой в сегодняшней ситуации?**

Я считаю, что надо как можно шире использовать те приборы, которые уже производятся в нашей стране отечественными производителями хроматографов. В советское время от академических институтов и конструкторских бюро требовали разрабатывать уникальное оборудование на «мировом уровне» или даже выше. Хорошо, конечно, если это получается. Но пусть прибор будет даже менее чувствительный, чем у мировых аналогов, но он будет доступен. Значит у производителя появятся средства для разработки и более совершенных моделей. Пусть есть только два-три детектора и масс-спектрометр с одним квадруполом. Такие приборы тоже нужны. Добившись определенного уровня производства, производитель может получить, например кредит на новые разработки. Есть масса задач, для решения которых не нужны высочайшая чувствительность или другие высокие технические характеристики. Вот, например, ВЭЖХ. Современный насос имеет предел давления 400 бар, и хоть у нашего «Миллихрома» 200 бар, на нем можно сделать до 80% задач. «Миллихром» когда-то был техническим прорывом, прошло время, но этот прибор и сейчас решает свои задачи, нужно использовать его.

**Кроме так называемого «железа», еще есть колонка. Как говорят, колонка – это сердце хроматографической системы. Как у нас обстоят дела в этой области?**

По сравнению с советским периодом у нас не все хорошо. Всегда считалось, что это более простое направление. Много сорбентов производили в республиках СССР, например в Армении, Прибалтике. Сейчас восстановить эти связи

невозможно, да и не с кем. Фактически производство сорбентов нужно начинать с нуля. Зато у нас есть большой опыт, мы понимаем как эти сорбенты делать. Я вспоминаю, как в подвале МГУ у А. В. Киселева стоял гигантский агрегат, в котором делали силикагель для хроматографии. Затем технологию перенесли в Нижний Новгород, он и сейчас там производится. Надо его дорабатывать до уровня хроматографической чистоты, и в научной среде остались специалисты в этой области. Еще необходимо финансирование и довольно серьезное, это не могут осилить приборостроительные фирмы, тут нужно участие государства. И вопрос надо решать в более общем ключе – не только производство сорбентов для аналитических хроматографических колонок, но совместно со специалистами по адсорбции необходимо наладить выпуск материалов для сорбционных технологий.

**По полимерным (синтетическим) сорбентам для ионной хроматографии самая известная научная группа работает в МГУ у Олега Алексеевича Шпигуна. А по другим видам сорбентов может быть в вашем институте есть действующие научные группы?**

*Есть масса задач, для решения которых не нужна высочайшая чувствительность или другие исключительные технические характеристики*

Да, у нас есть две лаборатории, одна даже называется лаборатория синтеза сорбентов. Правда они больше занимаются углеродными сорбентами, которые очень востребованы, например, в сверхкритической хроматографии, а также в хроматографии низкого давления.

Также есть компания «Биохиммак СТ», под руководством Сергея Михайловича Староверова, который и в МГУ, и у себя в компании много лет

занимается хроматографическими сорбентами, но всю страну, наверное, обеспечить ему сложно, особенно без госфинансирования на разработки каких-либо новых сорбентов.

**Вы 40 лет работаете в ИФХЭ и свыше пяти лет занимаете пост директора. Как вы оцениваете достижения, а возможно, и потери, произошедшие за эти годы?**

Если говорить о потерях, то это уход нашей старой гвардии – тех, кто приумножил славу института. Мы пытаемся максимально ветеранов

удержать. Нельзя не отметить, например, что Юрий Анатольевич Эльтеков совсем недавно отметил свое 100-летие, и мы ждем выхода его 3-го тома «Адсорбции полимеров из растворов на углеродных сорбентах». Если говорить о достижениях института, то нужно отметить колоссальные изменения, особенно существенное увеличение заработной платы сотрудникам и вообще финансирования института. Серьезные усилия в нашем институте направлены на повышение публикационной активности, как это и планировалось правительством. Статей в высокорейтинговых журналах стало больше, за них начисляются баллы и производятся денежные выплаты. При всей неоднозначности этого подхода, он стимулирует научную работу. И второе важное решение правительства, которое продолжает министерство – поддержка приборной базы институтов. Мы получаем средства на закупку приборов. Не все тратим на отечественные приборы, но ситуация меняется. И это серьезно улучшило приборное оснащение. И плюс тот проект, который я уже упоминал с центром коллективного пользования, объединяющего шесть организаций, которые пользуются нашим оборудованием, особенно умением наших специалистов его эксплуатировать.

**К вам многие приходят в аспирантуру. В чем секрет популярности вашего института?**

Мы не проводим специальных мероприятий, не выезжаем в вузы. Однако, есть программа работы со школьниками. Наш пресс-секретарь много делает для нашей популяризации. У нас есть сайт, который обязательно заинтересует посетителя – он точно захочет не только прийти к нам в аспирантуру, но и работать. У нас есть еще соглашение с РХТУ им. Д. И. Менделеева, но тут есть определенная конкуренция, им тоже нужны аспиранты. У нас очень много выпускников из МГУ.

**Вы преподаете, где и какой курс вы читаете?**

Я читаю отдельные лекции для физико-химиков на химическом факультете МГУ. Теперь лаборатория А. В. Киселева объединена с лабораторией катализа Ирины Ивановой. Когда-то очень давно они тоже были вместе и назывались лабораторией адсорбции и катализа. Надеюсь, вскоре может появиться

лаборатория хромато-масс-спектрометрии. Мои лекции для физико-химиков – о хромато-масс-спектрометрии.

*Только исследователь знает, какое оборудование ему на самом деле нужно*

**Сейчас довольно распространено такое явление, как организация так называемых базовых кафедр. Нет ли таких планов в институте?**

Это интересная идея, возможно вместе с МГУ, где есть на кафедре аналитической химии лаборатория хроматографии, можно было

бы совместно организовать кафедру. Такая кафедра могла бы привлечь периферийные вузы, где нет хроматографии, но есть стремление обучаться по этому научному направлению.

**Каково ваше мнение об образовательных программах по хроматографии, что нужно делать для повышения качества базового образования химиков в этой области?**

Во-первых, вся хроматография может быть изложена внутри курса хромато-масс-спектрометрии. Зная широкую область, можно работать и в более узкой. Все методы хроматографии стыкуются с МС. Поэтому, я считаю, нужно сразу обучать хромато-масс-спектрометрии. Еще должны быть две важнейшие вещи. Во-первых, симуляторы приборов на компьютере. Вот, например Григорий Иосифович Барам сделал ВЭЖХ-симулятор. Сейчас, возможно, сделает и ВЭЖХ-МС-симулятор. И, во-вторых, конечно, нужны настоящие приборы, чтобы потрогать своими руками, туда залезть... и сломать!

**Как вы могли бы объяснить будущим специалистам-хроматографистам, зачем им нужно заниматься хроматографией, где они с этой профессией будут востребованы?**

Везде! Нет ни одной отрасли, где бы они не были востребованы. Экологический контроль, добыча, разведка полезных ископаемых, в клинических лабораториях, в криминалистике, в биомедицине, фармацевтике, на производстве. В большинстве лабораторий стоят хроматографы и уже хромато-масс-спектрометры есть. Во многих странах хромато-масс-спектрометрия – это рутинная, и у нас тоже, надеюсь, станет рутинным методом.



# Крисмас®

shop.christmas-plus.ru  
christmas-plus.ru  
крисмас.рф



Группа компаний «Крисмас»  
является российским  
производителем.

Вся продукция производится  
из отечественного сырья и комплектующих.  
Это всегда обеспечивает выгодные  
для покупателей цены на продукцию  
компании.

Использование оборудования  
производства ГК «Крисмас» гарантирует  
минимизацию затрат на химический  
анализ при достаточной достоверности  
получаемых результатов.

#### ПРЕИМУЩЕСТВА ОБОРУДОВАНИЯ, ПРОИЗВОДИМОГО ГК «КРИСМАС»:

- простота использования;
- портативность, удобство для переноски;
- не потребляет электроэнергию;
- не требует специального химико-аналитического образования.

Имеет сертификаты соответствия.  
Полностью соответствует требованиям  
нормативных документов.

Оборудование для газового анализа,  
анализа воды (в том числе котловой),  
почвы, нефти и нефтепродуктов,  
санитарно-пищевого контроля

Лаборатории химического контроля  
и разведки

Судовые лаборатории

Лабораторное оборудование и приборы

Передвижные (мобильные) лаборатории

Лабораторная, офисная мебель

Нормативно-методические  
и справочные документы



ГАРАНТИЙНОЕ И ПОСТГАРАНТИЙНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ  
РАССРОЧКА ОПЛАТЫ  
МИНИМАЛЬНЫЕ СРОКИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ



191119 Санкт-Петербург, ул. Константина Заслонова, дом 6  
Тел./факс: +7 (812) 575-50-81, 575-55-43, 575-54-07, 575-57-91  
8 (800) 302-92-25 – звонок по России бесплатный  
Факс: (812) 325-34-79  
E-mail: info@christmas-plus.ru  
Сайты: shop.christmas-plus.ru, christmas-plus.ru, крисмас.рф,  
center-souz.ru

Офис продаж в Москве:  
127247 Москва,  
Дмитровское шоссе, д. 96, корп. 2  
Тел.: +7 (917) 579-66-02  
E-mail: n-chemyh@christmas-plus.ru  
Сайт: ecologlab.ru



### Можно ли сказать, что хроматография когда-то заменит аналитическую химию?

Аналитическая химия – это вторая половина всей химической науки – есть синтез и есть аналитика. Нет задачи у хроматографии заменить аналитику. Но то, что она огромная часть современной аналитической химии – это факт.

### Как обстоят дела со стандартными образцами для хроматографии?

Хроматография тем и уникальна, что, прежде чем идентифицировать вещества, их разделяют на индивидуальные. Любой лабораторный хроматограф, особенно жидкостный, может выделить чистые вещества в достаточном количестве, и отобранная фракция выделенного вещества становится стандартом. Пользуясь хроматографическим методом, мы практически любой образец можем использовать в качестве стандарта. Так, используя возможности масс-спектрометрии, мы можем охарактеризовать вещество и достоверно подтвердить его чистоту. А если использовать полупрепаративный хроматограф, то можно на коммерческой основе производить эти стандарты. Надо разрабатывать методики, включающие получение чистых веществ хроматографическим методом. Таким образом, хроматографические методы определения состава поднимают качество и достоверность результатов на более высокий уровень. И можно сказать, что в хроматографии можно обойтись и без стандартных образцов.

### Расскажите, пожалуйста, о планах развития института.

Планы у института огромные – мы разрабатываем сразу пять крупных направлений, хроматография входит в направление физико-химии поверхности. О планах института я подробно говорить не буду, расскажу лишь о планах Лаборатории хроматографии и хромато-масс-спектрометрии. Мы огромное внимание последнее время уделяем разработкам сорбентов-катализаторов для нейтрализации топлив, в том числе ракетных,

в окружающей среде. Много разработок по идентификации неизвестных соединений методами нейронных сетей. Это популярное направление, но для нас оно очень органичное направление, так как мы всегда занимались поиском и идентификацией неизвестных, в том числе изомерных, соединений.

### В октябре этого года в Севастополе состоится вторая конференция по физико-химическим методам. Что может привлечь участников на эту конференцию? На каких вопросах вы делаете акцент в этом году?

Конференция называется «Физико-химические методы в междисциплинарных экологических исследованиях» и наши организаторы – Институт южных морей и Морской гидрофизический институт РАН – с одной стороны, очень органичны в этой тематике, с другой стороны, они используют хроматографические подходы в своих исследованиях. В обоих институтах широко представлены и другие физико-химические методы в исследовании экосреды Крыма, Черноморского побережья и других морей, в тесном сотрудничестве с Дальневосточным университетом. Мы используем хромато-масс-спектрометрию, то есть это прекрасный тандем.

На конференции широко представлена экологическая тематика с ориентацией на практические результаты для Крыма и Черноморского региона в целом. У нас будет большая секция, посвященная 120-летию хроматографии, скоро стартует Конкурс молодых ученых им М.С. Цвета, там будет проходить награждение победителей.

Большой акцент в программе севастопольской конференции этого года будет на сорбционные технологии, хроматографию и хромато-масс-спектрометрию. Приезжайте на конференцию в Севастополь! Это красивый город, незабываемая природа и прекрасное крымское вино.

### Спасибо за интересный рассказ.

С.А.К. Буряком беседовала Е.В. Рыбакова,  
ученый секретарь Объединенной комиссии  
по хроматографии НСАХ и НСФХ РАН

*Большой акцент  
в программе  
севастопольской  
конференции этого  
года будет на  
сорбционные технологии,  
хроматографию  
и хромато-масс-  
спектрометрию*

# «НАУЧПРИБОР»

## КАЧЕСТВО – МИРОВОЕ ЦЕНЫ – РОССИЙСКИЕ

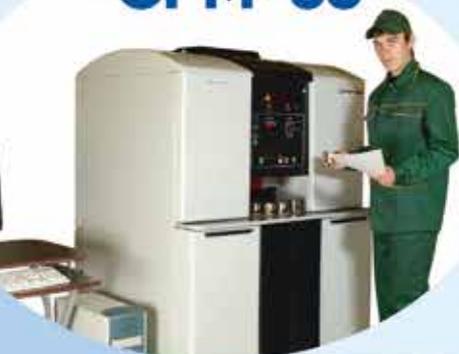
Признанный отечественный лидер с 50-летним опытом разработки и производства различного лабораторно-аналитического оборудования



- Минимум затрат на расходные материалы.
- Многоволновой анализ высокой точности в изократическом и градиентном режимах.
- Автосамплер на 28 проб.
- Термостабилизация колонок.
- Удобное ПО.

### СПЕКТРОМЕТР РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНЫЙ МНОГОКАНАЛЬНЫЙ

## СРМ-35



**НОВИНКИ**

### ХРОМАТОГРАФ ЖИДКОСТНЫЙ МИКРОКОЛОНОЧНЫЙ

## МИЛИХРОМ-6



- 20 кристалл-дифракционных монохроматоров для одновременного определения содержаний химических элементов в диапазоне B5-U92:
  - сканирующий канал для последовательного качественного и количественного анализа
  - мощные (до 4 кВт) рентгеновские трубки, расположенные над образцом
  - автономная система водяного охлаждения
  - высокая производительность при высокой стабильности

## АНАЛИЗАТОРЫ

### ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ ДЕЭМУЛЬСАЦИИ МАСЕЛ

## АДИМ



**ЛИДЕР ПРОДАЖ**

### ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ ДЕАЭРАЦИИ МАСЕЛ

## АДМ-1



**ЭКСКЛЮЗИВ**