

Перспективы хроматографии в Российской Федерации в 21 веке

Я. И. Яшин, д. х. н.

Доклад профессора Якова Ивановича Яшина «Перспективы хроматографии в Российской Федерации в 21 веке» на Торжественном заседании, посвященном 120-летию открытия хроматографии М. С. Цветом, состоялся в ИФХЭ РАН 24 марта 2023 года и был посвящен неотложным задачам отечественной хроматографии и перспективным направлениям ее развития. Автор сделал акцент на необходимости включения хроматографии в базовые программы обучения в ведущих университетах, поддержания научных исследований в хроматографии и развития отечественного хроматографического приборостроения.

Глубокоуважаемые Коллеги!

Рад приветствовать Вас на Торжественном заседании, посвященном 120-летию открытия хроматографии Михаилом Семеновичем Цветом!

21 марта 120 лет назад Михаил Семенович Цвет, в то время работавший в должности ассистента кафедры анатомии и физиологии растений Варшавского Императорского университета, прочитал доклад «О новой категории адсорбционных явлений и о применении их к биологическому анализу». Так родилось одно из величайших открытий 20 века – хроматография.

Хотя по образованию и роду занятий Цвет был ботаником, результаты его открытия столь значимы для всех естественных наук, что Федерация европейских химических обществ внесла имя Цвета в число ста выдающихся химиков прошлого вместе с четырьмя другими русскими учеными – М. В. Ломоносовым, Д. И. Менделеевым, А. М. Бутлеровым и Н. Н. Семеновым.

В 2003 году широко праздновалось 100-летие со дня открытия хроматографии, в Москве был организован международный конгресс, посвященный этому событию. И тогда на его открытии выступил хроматографист, бывший директор НПО «Химвтоматика», а в то время мэр Москвы – Юрий Михайлович Лужков. Он сказал: «Хроматография относится к двадцати выдающимся открытиям прошедшего столетия, которые в наибольшей степени преобразовали науку, а через нее определили уровень развития техники и промышленности, цивилизации в целом».

Хроматография – самый востребованный метод во всех аналитических лабораториях мира, поскольку

свыше 60% всех химических анализов выполняется методами хроматографии. В некоторых отраслях, например в атомной энергетике или нефтехимии, – и все 80%. По частоте применения в лабораториях хроматограф идет на третьем месте после весов и рН-метров. Чаще всего применяется ВЭЖХ.

Хроматография – это многогранное понятие, и несмотря на 120 лет своего развития в каждом из ее направлений есть множество перспектив.

Приведем определение хроматографии, сформулированное Комитетом научной терминологии в области фундаментальных наук РАН.

Хроматография – это:

- наука о межмолекулярных взаимодействиях и переносе молекул или частиц в системе несмешивающихся и движущихся относительно друг друга фаз;
- процесс дифференцированного многократного перераспределения веществ или частиц между несмешивающимися и движущимися относительно друг друга фазами, приводящий к образованию концентрационных зон индивидуальных компонентов смесей этих веществ или частиц;
- метод разделения смесей веществ или частиц, основанный на различии в скоростях их перемещения в системе несмешивающихся и движущихся относительно друг друга фаз.

Особо отмечу проявление хроматографии как всемирно признанного научного направления.

Хроматография – это наука, с широко развитым теоретическим аппаратом, и именно глубокое понимание процессов взаимодействия молекул или

частиц в системе несмешивающихся фаз позволяет продолжать делать открытия, как сделал открытие хиральной хроматографии наш выдающийся хроматографист – Вадим Александрович Даванков.

Хроматография – это наука, международное сообщество специалистов которой объединяет ученых и практиков на международных и региональных конференциях и симпозиумах. Всего более 30 крупных международных хроматографических конференций, форумов, симпозиумов созываются ежегодно.

Хроматография – это наука, достижения которой поддерживаются большим числом международных и национальных научных журналов, всего насчитывается около пятидесяти международных хроматографических журналов и сотни изданных книг о хроматографии!

Если говорить о перспективах хроматографии у нас, то главный акцент необходимо сделать на обучении хроматографии и защите диссертаций в этой области. А для этого необходимо восстановить научную специальность «хроматография и хроматографические приборы».

Хроматография – это научная специальность, требующая:

- хорошо разработанных учебных программ, практикумов,
- современных учебных и методических пособий для студентов химических и химико-технологических вузов страны,
- специализированных кафедр хроматографии и наук о разделении в ведущих университетах страны,
- хотя бы одного диссертационного совета по специальности «хроматография и хроматографические приборы» в системе ВАК.

К примеру, в ведущих британских университетах на химических факультетах основному курсу Chromatography and separation science посвящен целый семестр!

Отмечу некоторые перспективные направления хроматографии, которые следует поддерживать и развивать в нашей стране:

1. Многомерные методы хроматографии – 2D ВЭЖХ, тандемная ВЭЖХ-ГХ и гибридные хроматографические методы ВЭЖХ-ИКС, ВЭЖХ-МС, ВЭЖХ-ЯМР и др.
2. Новые применения и развитие хиральной хроматографии:

- определение соотношения D/L-форм аминокислот в биологических жидкостях как маркеры болезней и старения;
- соотношение D/L-форм для определения срока давности в геохронологии. Этот подход точнее углеродного анализа (соотношения стабильных изотопов);
- определение оптических изомеров в продуктах питания для подтверждения подлинности;
 - энантиомерная чистота лекарств. Вспомним пример с успокаивающим средством для беременных – талидомидом. Оказалось, что два оптических изомера обладают разной биологической активностью. Незнание этого факта стало фатальным для многих семей;
 - препаративная хиральная хроматография. На одной из последних международных конференций было доложено о достижениях в выделении до 50–100 тонн одного изомера в год;
- разработка новых сорбентов, в частности новое направление исследования супрамолекулярных структур. Этим успешно занимается в Уфе научная группа под руководством В. Ю. Гуськова.

3. Развитие хроматографического приборостроения. Я считаю, что за портативной техникой – наше будущее! Сегодня наиболее актуальны разработки портативных, мобильных, микрохроматографов вплоть до хроматограф-на-чипе с разными детектирующими системами.

В речи, посвященной 100-летию хроматографии, Ю. М. Лужков сказал, что портативный хроматограф должен быть простым и удобным, как мобильный телефон, чтобы его можно было использовать для контроля загрязнений в любой момент и везде, например, в офисах и квартирах.

Необходимо привлечь российскую компанию-производителя хроматографов для разработки и выпуска портативных жидкостных, газовых, ионных хроматографов, а также ВЭЖХ-МС и ГХ-МС на площадке «Инновационный научно-технологический центр МГУ „Воробьевы горы“». Она будет освобождена от налогов при условии применения инновационных технологий в продукции.

Надо организовать целенаправленное внедрение портативных хроматографов в жизненно важных

**Главный акцент
необходимо сделать
на обучении
хроматографии
и защите диссертаций
в этой области**

областях: медицине, производстве и контроле качества продуктов питания, фармацевтике, экологии и др.

Высока потребность в создании новых высокоэффективных сорбентов для высокоскоростной хроматографии.

Где важно развивать применение портативной хроматографии?

В медицине и фармацевтике для ранней диагностики опасных болезней (сердечнососудистых, онкологических, диабета, нейродегенеративных и др.); для определения маркеров этих болезней в биологических жидкостях, в том числе неинвазивных пробах (выдыхаемый воздух, конденсат выдыхаемого воздуха, слюна, моча, пот и др.); в контроле чистоты лекарственных препаратов.

В контроле качества и безопасности пищевых продуктов и напитков, особенно канцерогенных загрязнителей пищи: микотоксинов, нитрозоаминов, полиароматических соединений, гетероциклических аминов, акриламида и др.

При контроле загрязнителей окружающей среды: вода, воздух, почва, осадки, донные отложения и др.

Возможно, наибольшую практическую пользу в современной ситуации хроматография может принести в области медицины и фармацевтики, я перечислю ряд актуальных проблем в этой области.

Прямых лекарств от вирусов нет, многие специалисты считают, что на основе флавоноидов-антиоксидантов можно создать эффективное универсальное противовирусное лекарство, используя явление синергизма, так считает, в частности, известный академик А. Л. Бучаченко (мой однокурсник).

Где может себя проявить хроматография?

- В создании новых лекарств из природных соединений, в частности, на основе полифенолов-антиоксидантов, полисахаридов. Это касается противовирусных лекарств, поскольку по заявлениям многих врачей-вирусологов человечество ждет новые эпидемии с большой смертностью (типа «испанки»);
- в разработке хроматографических методик диагностики окислительного стресса – предшественника многих болезней, в том числе и самых опасных;
- в исследовании роли микробиоты в здоровье человека, механизмов управления ею без лекарств – это новое направление в медицине;

- в создании банка данных метаболитов в метаболизме отдельных сред для поиска новых маркеров болезней при ранней диагностике;
- в препаративном выделении особо чистых биологически активных соединений с помощью проточной и препаративной хроматографии;
- в применении хроматографических методов для исследований функций отдельных органов организма человека;
- в создании смесей синергетических антиоксидантов для защиты от радиации, в том числе и для межпланетных перелетов;
- в разработке хроматографических методик определения лекарств и витаминов в биологических жидкостях и изучение их фармакокинетики;
- в исследовании возможности профилактики опасных болезней путем поиска маркеров, в частности, сердечно-сосудистых и онкологических, от которых наибольшая смертность. В нашей стране от них умирают ежегодно 1,5 млн человек.

Портативная хроматографическая техника – наше будущее!

Я предлагаю следующий стратегический организационный план развития хроматографии в России:

- восстановить научную специальность «хроматография и хроматографические приборы»;
- открыть кафедры хроматографии и наук о разделении в ведущих университетах и химико-технологических вузах страны;
- разработать типовые программы обучения по хроматографии.
- воссоздать диссертационный совет по специальности «Хроматография и хроматографические приборы»;
- учредить государственные премии молодым ученым за научные разработки в области перспективных направлений хроматографии;
- учредить премии (или оказать иную господдержку) отечественным компаниям за разработки портативных хроматографических систем и анализаторов, а также за разработки и внедрение промышленных хроматографических технологий в производство лекарств, продуктов питания, химическую и др. промышленность;
- журнал «Сорбционные и хроматографические процессы» необходимо включить в состав академических журналов как можно скорее! Если это невозможно сделать, тогда нам нужно создать новый академический журнал «Хроматография».

Предлагаю вашему вниманию наши обзоры по обсуждаемой тематике.

1. Яшин А. Я., Яшин Я. И. Эволюция жидкостной хроматографии 1903–2022 гг. *Сорби. хромат. Процессы*. 2022;22(3):228–234.
2. Яшин А. Я., Яшин Я. И., Даванков В. А. 50 лет хиральной жидкостной хроматографии: методы, сорбенты, применения. *АНАЛИТИКА*. 2022;12(2):150–160.
3. Яшин А. Я., Яшин Я. И. Профилактика и лечение больных коронавирусом COVID-19 природными антиоксидантами. *АНАЛИТИКА*. 2022;12(3):198–203.
4. Даванков В. А., Яшин А. Я., Яшин Я. И. Актуальные области применения методов высокоэффективной жидкостной хроматографии. *АНАЛИТИКА*. 2022;12(6):420–426.
5. Яшин А. Я., Веденин А. Н., Яшин Я. И. Определение маркеров онкологических заболеваний жидкостными хроматографами с разными детекторами. *Приборы*. 2022;8:19–25.
6. Яшин А. Я., Веденин А. Н., Яшин Я. И. Ранняя экспрессная и неинвазивная диагностика рака легких: анализ выдыхаемого воздуха методом ГХ/МС. *Лаб. про-во*. 2019;2:130–138.
7. Яшин А. Я., Веденин А. Н., Яшин Я. И. Определение витаминов методами ВЭЖХ в пищевых продуктах и биологических жидкостях. *Приборы*. 2023. В печати.
8. Яшин А. Я., Михайлова Т. А., Титов В. Н., Яшин Я. И. Прибор для определения антиоксидантного статуса. *Приборы*. 2015;6:32–39.
9. Яшин А. Я., Яшин Я. И. Профилактика рака молочной железы природными антиоксидантами. В книге «Природные антиоксиданты – защита человека от опасных болезней»...: Транслит. С. 79–84.
10. Яшин А. Я., Яшин Я. И. Оздоровительное влияние пищевых полифенолов-антиоксидантов на микробиоту кишечника человека. В книге «Природные антиоксиданты – защита человека от опасных болезней». М.: Транслит. С. 70–74.

Большое спасибо за внимание!

Доклад подготовила к публикации Е. В. Рыбакова,
ведущий специалист ИТЦ ИФХЭ РАН



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ТЕХНОСФЕРА» ПРЕДСТАВЛЯЕТ КНИГУ:



Цена 2200 руб.

Ллойд Р. Снайдер, Джозеф Дж. Киркленд, Джон У. Долан

ВВЕДЕНИЕ В СОВРЕМЕННУЮ ЖИДКОСТНУЮ ХРОМАТОГРАФИЮ

М.: ТЕХНОСФЕРА, 2020. — 960 с. + 17 стр. цв. вкл. ISBN 978-5-94836-600-5

Это третье издание книги «Введение в современную жидкостную хроматографию» — на сегодняшний день одно из самых популярных в мире справочных руководств по современной жидкостной хроматографии. Это и учебник, и справочник, и даже энциклопедия по всем (или почти по всем) вопросам, связанным с ВЭЖХ. В книге освещено огромное количество вопросов, связанных с теорией хроматографии, современным управлением ВЭЖХ, методами детектирования и устройством детекторов, подробно рассмотрены теоретические и практические аспекты выбора неподвижных и подвижных фаз. Особое внимание уделено обращенно-фазовой, нормально-фазовой, гель-проникающей, гидрофобной, гидрофильной и другим видам хроматографии.

Книга предназначена для широкого круга специалистов, имеющих дело с современной жидкостной хроматографией. Она будет полезна как тем, кто только начинает знакомиться с жидкостной хроматографией, так и специалистам, уже имеющим опыт работы в этой области.

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

125319, Москва, а/я 91; тел.: +7 495 234-0110; факс: +7 495 956-3346; e-mail: knigi@technosphera.ru; sales@technosphera.ru