

Проект химического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова и Политехнического музея

Из истории приборостроения в газовой хроматографии 1940-х – начала 1970-х годов

Часть 2

Е. И. Матиевская¹, Е. А. Баум, к. х. н.²

УДК 543.544.3(091):001.894

В ходе формирования хроматографической коллекции Политехнического музея большое внимание уделяется раскрытию исторической ценности представленных в ней экспонатов, мемориализации сведений о разработчиках научного инструментария. Первая часть статьи рассказывала о становлении и развитии приборостроения в области газовой хроматографии за рубежом в 1940-е – 1960-е годы. Вторая часть посвящена пионерской деятельности в этом направлении отдельных представителей советского научного сообщества в период 1950–1970-х годов. Представлена информация по разработке и производству некоторых моделей советских лабораторных и промышленных газовых хроматографов. Проанализированы история создания, предназначение и устройство лабораторного газового хроматографа ЛХМ-8МД, экземпляр которого хранится в фондах Политехнического музея.

Ключевые слова: приборостроение, газовая хроматография, советские хроматографы, лабораторный газовый хроматограф ЛХМ-8МД, артефакты Политехнического музея

Становление в СССР приборостроения в области газовой хроматографии

Начало газохроматографического приборостроения в СССР принято относить к концу 1940-х – началу 1950-х годов, когда были опубликованы работы по аппаратурному оформлению методов

Александром Абрамовичем Жуховицким* и Нусином Мотелевичем Туркельтаубом**.

Деятельность А. А. Жуховицкого и Н. М. Туркельтауба в СССР практически совпала по времени

¹ Химический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва, katumatievskaya@mail.ru.

² Химический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва, baumzai@mail.ru.

* Александр Абрамович Жуховицкий (1908–1990), советский ученый, создал научную школу в газовой хроматографии. Один из немногих российских хроматографистов (среди них, в частности, А. В. Киселев, К. И. Сакодынский), удостоенных международной золотой медали имени М. С. Цвета «За выдающиеся исследования в области хроматографии» [1] (рис. 1).

** Нусин Мотелевич (Мошелевич) (Александр Матвеевич) Туркельтауб (1915–1965). Обучался в Варшавском универси-



Рис. 1. Медаль М. С. Цвета «За выдающиеся исследования в хроматографии» (M. S. Tswett Chromatography Medal)

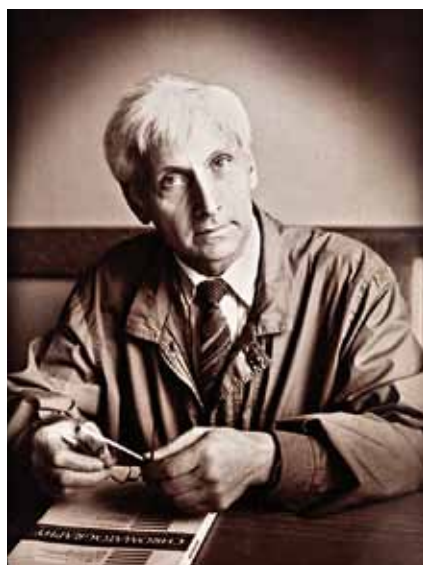


Рис. 2. В. А. Даванков (слева) и Я. И. Яшин (справа) [1]

с активной работой Ярослава Янака* в Чехословакии и А. Дж. П. Мартина с Э. Т. Джеймсом в Англии [2]. Тем не менее, начало развития приборного оформления, запуск массового производства, коммерциализация метода газовой хроматографии: все это в Советском Союзе запаздывало на несколько лет относительно ситуации на Западе.

В. А. Даванков, создатель хиральной хроматографии (1968–1970) [3], и Я. И. Яшин**, всемирно известные ученые (рис. 2), пионеры российской хроматографии, ставшие учителями не одного поколения хроматографистов, приравнивают Россию по достижениям в области хроматографической науки и техники к третьестепенным развивающимся странам и объясняют эту неудачу неспособностью нашей отрасли приборостроения своевременно организовать и наладить массовое

производство простых, но надежных хроматографов [1].

Заметного прогресса в развитии аналитического приборостроения в 1950–1960-е годы не было из-за так называемого железного занавеса, который отделял СССР от западных государств. Известно, что у большинства советских ученых не было возможности свободного взаимодействия с западными коллегами и посещения международных газохроматографических мероприятий. Поэтому многие технические и научные новации с некоторым опозданием адаптировались отечественной научной средой. Но исключения были.

Стоит отметить, что некоторые выдающиеся ученые отечества имели возможность выезжать за границу и участвовать в международных конференциях и симпозиумах. Например, советский хроматографист А. В. Киселев (1908–1984) [4], профессор Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, который создал новое направление в науке – газоадсорбционную хроматографию**. Поэтому естественно, что ученого неоднократно приглашали читать лекции на международных симпозиумах по газовой хроматографии, где он много внимания уделял знакомству с новинками приборного рынка.

тете. Выпускник химфака Львовского университета (1941), с 1944 года начальник лаборатории ВНИИЯГТ (Всесоюзный научно-исследовательский институт ядерной геофизики и геохимии), доктор химических наук с 1958 года. Лауреат Сталинской премии 2-й степени (1950).

* О Я. Янаке см.: Аналитика, 2021, т. 11, № 2, с. 4.

** Выпускник Горьковского государственного университета им Н. И. Лобачевского (1958 г.), ведущий специалист Дзержинского филиала Московского ОКБА с 1959 года, защитил кандидатскую (1965 г.) и докторскую (1975 г.) диссертации в МГУ им. М. В. Ломоносова, директор научно-технического центра «Хроматография» в ОАО НПО «Химвавтоматика» с 2000 года.

*** Вышедшая в 1967 году монография А. В. Киселева в соавторстве с Я. И. Яшиным по газоадсорбционной хроматографии стала первой в мировой литературе по этой тематике.

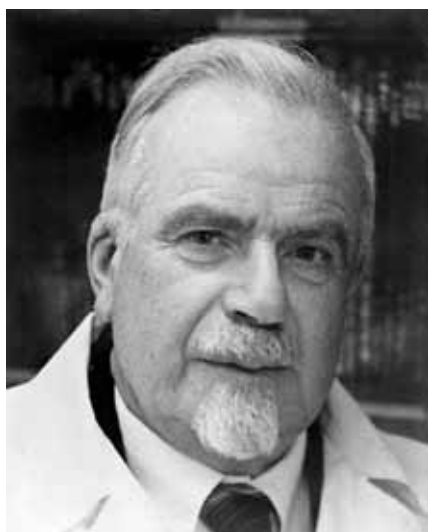


Рис. 3. А. В. Киселев (слева), Ю. А. Золотов (справа)

Благодаря инициативе и постоянному вниманию А. В. Киселева (рис. 3) Дзержинским филиалом ОКБА были разработаны и усовершенствованы отдельные модели газохроматографических приборов (см. об этом далее).

Другим советским ученым, вхожим в западное сообщество, стал Ю. А. Золотов (академик АН СССР с 1987 года)*. Известно, например, что, во время посещения симпозиума по аналитической химии и прикладной спектроскопии (Pittcon, США, 1979 год) ему посчастливилось прослушать первые доклады по развитию ионной хроматографии. Итогом этих контактов стала организация в МГУ им. М. В. Ломоносова соответствующей группы, занявшейся исследованиями в этом направлении (первая в СССР) [5]. Так, с перемежающимся успехом, постепенно западные новации внедрялись в рабочее пространство советского научного сообщества. А. А. Жуховицкий подчеркивал колоссальное влияние тесного взаимодействия с чехословацкими учеными, в частности с Ярославом Янаком, на собственные успехи в хроматографии [6, с. 467–473]. И все же, несмотря на определенные проблемы сосуществования и взаимодействия западного и советского научных сообществ в 1950–1960-е

годы, сам процесс становления газохроматографического приборостроения по обе стороны железного занавеса происходил практически одновременно, что мы и поставили целью продемонстрировать.

Так, в 1949 году Н. М. Туркельтауб одним из первых в мире разработал титриметрический хроматографический газоанализатор, который признан первым в нашей стране газохроматографическим прибором. С момента его создания началось приборное оформление метода [7]. Первые автоматические газоанализаторы – приборы для определения углеводов и некоторых газов в воздухе – появились

в СССР еще в 20-х годах прошлого столетия, однако Н. М. Туркельтауб впервые предложил именно газохроматографический метод решения подобных задач. Ученому удалось определить оптимальные условия анализа смесей углеводов на созданном приборе. Наиболее продуктивный период научной деятельности Туркельтауба пришелся на совместную работу с А. А. Жуховицким [7], плодами которой стали, помимо развития теории газохроматографического метода, разработка некоторых уникальных

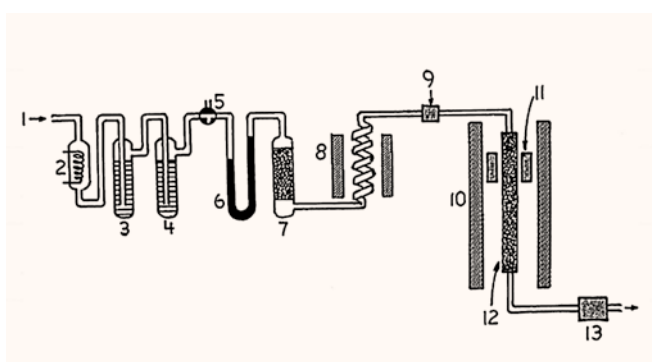


Рис. 4. Схема хроматотермографа А. А. Жуховицкого и Н. М. Туркельтауба [7]. 1 – газ-носитель (воздух), 2 – пылеуловитель; 3 и 4 – скрубберы для очистки от примесей; 5 – клапан; 6 – расходомер; 7 – осушитель CaCl_2 ; 8 – печь для предварительного нагрева газ-носителя; 9 – место ввода пробы; 10 – изотермическая печь; 11 – маленькая подвижная электрическая духовка; 12 – хроматографическая колонка; 13 – детектор

* Юрий Александрович Золотов, заведующий кафедрой аналитической химии химического факультета МГУ (1989–2019). Заместитель академика – секретаря Отделения химии и наук о материалах РАН. Лауреат Государственной премии СССР (1972 г.), Государственной премии РСФСР (1991 г.), Государственной премии РФ (2000 г.).

Таблица 1. Сводная информация по разработке и производству некоторых моделей советских лабораторных и промышленных газовых хроматографов (1950–1980-е годы) [8, 10, 11]

Год появления первой разработки	Город	Предприятие-разработчик	Предприятие-производитель	Основные серии хроматографов
1958	Москва	ВНИИКАнефтегаз; Горьковский Гос. Универ.; КБ АТ и ВНИГНИ; СКБ АНП	Завод «Моснефтекип» («Хроматограф»)	ХЛ, ХТ, ХТ-2М, ХТП, ХПА
1958	Дзержинск	Дзержинское ОКБА НПО «Химавтоматика», ОАО «ЦВЕТ»		«Цвет», «Цвет-100», «Цвет-500», РХ, ХПУ
1960	Таллин	Институт химии АН ЭССР, СКБ АН ЭССР	Таллинский завод измерительных приборов; Вырусский завод газоанализаторов	УХ, «Вырухром А1», АСК
1960–1970-е	Москва	СКБ ИОХ РАН им. Н. Д. Зелинского	Завод «Моснефтекип»	ЛХМ-7А, ЛХМ-8М, ЛХМ-8МД
1974	Москва	СКБ ИОХ РАН им. Н. Д. Зелинского	Завод «Хроматограф»	ЛХМ-8МД из коллекции Политехнического музея
Конец 1970-х	Йошкар-Ола	ОКБ ПК и А	СКБ «Хроматэк»	«Кристалл»
1980	Москва	ВНИИхром (на базе ВНИИКАнефтегаз)	Завод «Моснефтекип» («Хроматограф»)	ЛХ-80, ХТГ-2

отечественных хроматографов (хроматотермограф (рис. 4), газовый хроматограф «Луч-1» [1]).

Вскоре, уже в 1940–1950-е годы, в Академии наук СССР, в лабораториях научно-исследовательских институтов, а также на крупных предприятиях газоаналитического профиля постепенно создавались группы и конструкторские бюро по разработке первых приборов и инструментария этого направления. Изначально внимание разработчиков не было направлено на серийный выпуск: приборы служили непосредственно для нужд лабораторий и в большинстве случаев изготавливались в единственном экземпляре. Хотя именно серийный выпуск хроматографов дал начало массовому внедрению хроматографии в аналитическую практику, как считает один из основателей метода Я. И. Яшин [8].

Известно, что первые систематические исследования по автоматизации отечественных химических производств возглавил Н. Я. Феста* еще в 1941 году [9]. В то время Николай Яковлевич работал в лаборатории автоматике Государственного института азота (с 1942 года – ГИАП) в Москве. Именно на базе этой лаборатории в 1949 году

по инициативе Н. Я. Феста Министерство химической промышленности СССР организовало опытно-конструкторское бюро автоматике (ОКБА) (в 1960-е – 1980-е годы ей руководили В. А. Павленко, Н. Я. Феста и Ю. М. Лужков), позднее (в 1979 г.) переименованное в НПО «Химавтоматика»** – главный научно-производственный центр страны по вопросам автоматизации химических и нефтехимических производств и, в частности, по разработке, конструированию и приборному оформлению в хроматографии. В состав НПО в дальнейшем вошло 20 предприятий, расположенных в местах сосредоточения химических производств.

Однако только в 1958 году ВНИИКАнефтегаз*** (Москва) были разработаны первые отечественные серийные газовые хроматографы серии ХТ (ХТ-2 и ХТ-2М****), которые предназначались для определения примесей в различных газах (например, примеси водорода в гелии), а также для анализа природного и нефтяных газов [10]. Другие институты

* Николай Яковлевич Феста (1912–1967) – главный инженер ОКБА, кандидат технических наук, член редколлегии журналов «Приборостроение» и «Автоматика и телемеханика», главный редактор журнала ОКБА «Автоматизация химических производств».

** Химическая, нефтехимическая, газоперерабатывающая, биологическая и другие отрасли промышленности успешно используют продукцию предприятия и в настоящее время.

*** Всесоюзный научно-исследовательский и проектный институт автоматизации и контроля систем масляной и газовой промышленности.

**** Пользуется популярностью у производителей и в настоящее время.

и КБ практически одновременно с ВНИИКАнефтегаз завершили свои разработки, среди которых оказалась и первая серия лабораторных хроматографов ХЛ (ХЛ-1, ХЛ-2) (начало выпуска этой серии – 1958–1962 годы) [11]. С учетом западных новаций в этой области уже в 1960 году Дзержинским ОКБА был произведен промышленный хроматограф РХ-1 с пламенно-ионизационным детектором*. Что касается детектора по теплопроводности, то укомплектованные им первые отечественные промышленные хроматографы ХА-2 были разработаны в 1961 году ВНИИКАнефтегаз и СКБ АНП** совместно [11].

Можно проследить сходство в становлении приборостроения за рубежом и в нашей стране: сначала создавали узкоспециализированные «самодельные» приборы в единственном экземпляре, затем начали появляться успешные многофункциональные разработки, которые способствовали запуску серийных моделей промышленных и лабораторных газовых хроматографов. В табл. 1 представлена информация об основных приборостроительных учреждениях газохроматографического профиля в Советском Союзе на начальном этапе развития технологии.

С самого зарождения приборостроения в области газовой хроматографии в СССР и на протяжении большого периода времени основные институты и заводы по выпуску хроматографов находились в трех городах: Москва, Дзержинск и Выру (Эстонская ССР)***. Значительно позже к этому перечню присоединилась Йошкар-Ола. В качестве дополнительных центров



Рис. 5. Здание Нижегородского университета, где работал с 1916 по 1917 год выдающийся российский ученый-хроматографист, основатель хроматографии, Михаил Семенович Цвет (1872–1919)

конструкторских бюро, внесших вклад в газовую хроматографию можно отметить также Сибирь и Санкт-Петербург.

В 1980 году основным центром по приборостроению и научным разработкам в области хроматографии в СССР стал Всесоюзный научно-исследовательский институт хроматографии (ВНИИХром, ныне – ФГУП «НИИХром»), созданный, в основном, на базе ВНИИКАнефтегаз. Наиболее выдающиеся достижения ВНИИХром – разработка портативного автоматического газового хроматографа «Сигма» с неоновым ионизационным детектором. С помощью этого прибора проводили анализ атмосферы планеты Венера на космических станциях в 1979 и 1982 годах.

Горьковский государственный университет (Нижний Новгород) – один из первых вузов в стране (рис. 5), на базе которого была организована лаборатория газовой хроматографии и налажена подготовка специалистов в этой области под руководством советского ученого Д. А. Вяхирева (1909–1984) – руководителя с 1950 года [7]. До появления газовых хроматографов в промышленном масштабе, в лаборатории использовали самодельные установки [12].

Не менее значимую роль, чем Московский ВНИИХром, в истории разработки и серийного выпуска хроматографов играет Дзержинский филиал ОКБА (создан в 1958 году, более поздние названия: Дзержинское ОКБА НПО «Химавтоматика»

* Детектор теплопроводности, описанный в 1954 году Н. Рэемом, вскоре послужил основой для создания детектора электронного захвата (был предложен Джеймсом Лавлоком в 1957 году) и пламенно-ионизационного детектора, который И. Г. Мак-Вильям и Р. А. Дьюар впервые описали в короткой статье (McWilliam I. G., Dewar R. A. Nature, 1958; 181:760).

** Специальное конструкторское бюро автоматики в нефтепереработке и производстве искусственного жидкого топлива.

*** Выпуск эстонских приборов начался в Таллине на заводе измерительных приборов, но позднее производство было передано на Выруский завод, где активно и успешно развивалось это направление.

и ОАО «ЦВЕТ»). С 1958 по 1996 год на предприятии разработано более 100 моделей газовых хроматографов, выпущено около 30 тыс. приборов, которые были поставлены в разные регионы России и в 33 зарубежные страны [10]. Производство хроматографической аппаратуры с течением времени стремительно набирало обороты, приборы активно внедрялись в разные области промышленности и техники. Модель «Цвет-1»^{*} была первым в СССР хроматографом, в конструкции которого совмещались пламенно-ионизационный детектор (ДИП) и капиллярные колонки [10]. ДИП с момента изобретения и до наших дней – самый востребованный детектор в мире, им укомплектовано более миллиона газовых хроматографов.

Ведущим инженером по разработке модели с ДИП еще в 1959 году был назначен Яков Иванович Яшин (в то время Яшин только окончил Горьковский университет и начинал научную работу в Дзержинском филиале Московского ОКБА под руководством В. И. Калмановского**), справившийся с этой задачей всего за месяц. Под руководством Якова Ивановича и при его непосредственном участии за многие десятилетия разработаны разные детектирующие системы, более 100 моделей хроматографов (в том числе все хроматографы серии «Цвет», некоторые из которых эксплуатируются до сих пор***), произведено и внедрено более 25 тысяч хроматографов в разные отрасли промышленности, науки и техники [14].

Вернемся к февралю 1959 года. В это время состоялся 21 съезд КПСС, решениями которого предусматривалось значительное увеличение добычи нефти и газа в СССР, а также расширение использования этих природных ресурсов для развития химической



Рис. 6. К. И. Сакодынский (справа) в лаборатории фирмы CARLO ERBA (Милан)

промышленности. А 2 февраля 1960 года отмечено появлением знаменательного Постановления Совета Министров СССР, направленного на развитие хроматографии в стране. К. И. Сакодынский (1930–1996) (рис. 6) – физико-химик, Заслуженный деятель науки и техники РСФСР, известный в России и за рубежом ученый-хроматографист – был непосредственно причастен к появлению этого Постановления. Карл Иванович внес не только важный вклад в становление и развитие хроматографии, но и содействовал поддержанию постоянных контактов между российскими хроматографистами и западными коллегами. Он успешно использовал свои официальные функции как в качестве зам. председателя Научного совета по хроматографии АН СССР (1976–1991), президента Всероссийской хроматографической ассоциации (1989–1996), так и члена редакционной коллегии международного журнала *Chromatographia* (1968–1989), а с 1991 года – почетного члена той же редколлегии [15]. В 1973 году проходил очередной международный симпозиум по достижениям в хроматографии в Торонто (Канада), и К. И. Сакодынский был одним из немногих участников из Советского Союза.

Под его руководством создавалась и новейшая приборная техника. В 1972–1974 годах К. И. Сакодынский возглавлял специальное конструкторское бюро газовой хроматографии (СКБ ГХ) Министерства приборостроения, средств автоматизации и систем управления СССР****. Творческое начало, оригинальность мышления отличали деятельность К. И. Сакодынского и в этой области [15].

* Самыми массовыми до середины 90-х годов в СССР были приборы первой серии – «Цвет», универсальных лабораторных газовых хроматографов Дзержинского ОКБА, разработанной в 1963 году [13].

** Владимир Ильич Калмановский (1932–2016), выпускник Физического факультета Киевского государственного университета им. Т. Г. Шевченко (1954). Долгое время работал в Дзержинском ОКБА на разных должностях. Предложил впервые в СССР использовать в выпускавшихся в ОКБА газовых хроматографах высокоэффективные пламенно-ионизационные детекторы, детекторы электронного захвата и др. Его разработки в этом направлении послужили для серийного выпуска приборов. За вклад в хроматографию и метрологию Калмановскому присвоено звание Лауреата Государственной премии СССР.

*** Так, хроматограф «Цвет-101» выпуска 1972 года проработал рекордное количество времени – более 40 лет.

**** Создано в 1970 году, а в 1980 году преобразовано в Научно-исследовательский институт хроматографии (НИИХром) (РГАНТД Самара. Фонд № Р-755).

О разработке серии ЛХМ

История создания, предназначение и устройство лабораторного газового хроматографа ЛХМ-8МД (экспонат из фондов Политехнического музея)

Газовые лабораторные хроматографы серии ЛХМ, а именно ЛХМ-7А, ЛХМ-8М и ЛХМ-8МД, были созданы специальным конструкторским бюро Института органической химии имени Николая Дмитриевича Зелинского РАН* (СКБ ИОХ РАН). Эти приборы начали серийно выпускать на заводе «Моснефтекип», затем их производство было продолжено предприятием «Хроматограф» [9]. Приборы серии ЛХМ – универсальные лабораторные хроматографы с широкими аналитическими возможностями для массового потребителя. Модель ЛХМ-8МД была разработана в 1972 году и получила самое широкое распространение.

Как отечественная, так и зарубежная промышленность выпускает хроматографы, предназначенные для лабораторного и промышленного использования. Первые, как правило, характеризуются высокой точностью, универсальностью, большим числом элементов и повышенными требованиями к условиям эксплуатации (лабораторные, например, не используют для анализа газообразных и жидких смесей с температурой кипения выше 350 °С). Промышленные имеют более узкую область назначения, вырабатываемый сигнал представляется в удобной форме для использования при автоматическом управлении технологическими процессами.

Лабораторные хроматографы типа ЛХМ-8МД были созданы для анализа газовых и жидких

многокомпонентных смесей органического и неорганического происхождения с температурой кипения компонентов до 360 °С. Действие хроматографа основано на использовании методов газо-адсорбционной и газо-жидкостной распределительной хроматографии в изотермическом и программированном режимах разогрева разделительных колонок с последующим детектированием и регистрацией анализа на ленте самопишущего потенциометра.

Хроматографы ЛХМ-8МД могут работать в лабораториях научно-исследовательских институтов, а также заводских и цеховых лабораториях. Эти приборы устанавливаются в помещениях с температурой воздуха от 10 до 35 °С, не содержащих агрессивных паров и газов, рентгеновского и γ -излучения [16].

Газовый лабораторный хроматограф ЛХМ-8МД состоит из блока анализатора, самописца, который выполняет функцию вывода сигналов, полученных от анализатора, на бумагу в виде хроматограммы (рис. 7), балона с газом-носителем и четырех отдельных от анализатора блоков** (рис. 8, 9): подготовки газа, программирования температуры, управления и усиления тока.

Интересно отметить, насколько разнообразны были сферы применения лабораторного хроматографа ЛХМ-8МД выпуска 1972 года в научно-исследовательских работах того времени. В научной литературе описаны аналитические эксперименты, выполнявшиеся с помощью этого оборудования в 1970–1990-е годы. Эти публикации свидетельствуют об альтернативных возможностях и эффективности ЛХМ-8МД для анализа сложных смесей как неорганических, так и органических



Рис. 7. Блоки хроматографа ЛХМ-8МД (слева направо): блок анализатора (вид спереди), блок анализатора (вид сверху), самописец (из фондов Политехнического музея)

* Институт основан в 1934 году в Москве на базе Лаборатории высоких давлений и Лаборатории органического синтеза.

** Четыре дополнительных блока произведены из дюралевого листа, каждый выполняет определенные функции, хорошо описываемые индивидуальными названиями блоков.



Рис. 8. Блоки подготовки газа (слева) и программирования температуры (справа) хроматографа ЛХМ-8МД (из фондов Политехнического музея)



Рис. 9. Блоки управления (слева) и усиления тока (справа) хроматографа ЛХМ-8МД (из фондов Политехнического музея)

соединений с температурой кипения до 300 °С. Например, в 1980-е годы в Тартусском государственном университете проведена серия исследований по анализу некоторых компонентов эфирных масел для фармацевтических целей [17]. Выявление факторов, влияющих на параметры удерживания в газовой хроматографии, стало предметом изучения в 1990-е годы коллектива авторов из Белорусского государственного университета [18]. Еще одним подтверждением популярности ЛХМ-8МД стал анализ базы патентов СССР [19], показавший, что в описаниях порядка 35 патентов (с 1972 года до конца 1990-х) рекомендуется применение хроматографа марки ЛХМ-8МД в рамках газохроматографического

метода определения и подтверждения различных аналитических данных.

Удивительно, но эти приборы до сих пор востребованы и актуальны в современных образовательных и научных целях. Немало методических пособий для обучающихся практикумов на химических факультетах и кафедрах российских университетов, а также в химико-технологических вузах направлены на ознакомление студентов с лабораторным хроматографом ЛХМ-8МД, со схемой этого прибора и принципом его работы [20, 21]. Эти факты являются подтверждением достаточно долгой эксплуатационной жизни модели ЛХМ-8МД и ее существенной роли в развитии аналитического приборостроения в нашей стране. Это значит, что ее введение в хроматографическую коллекцию приборов Политехнического музея вполне обосновано и правомерно. Отметим, что согласно статистике срок эксплуатации хроматографа на рынке в среднем

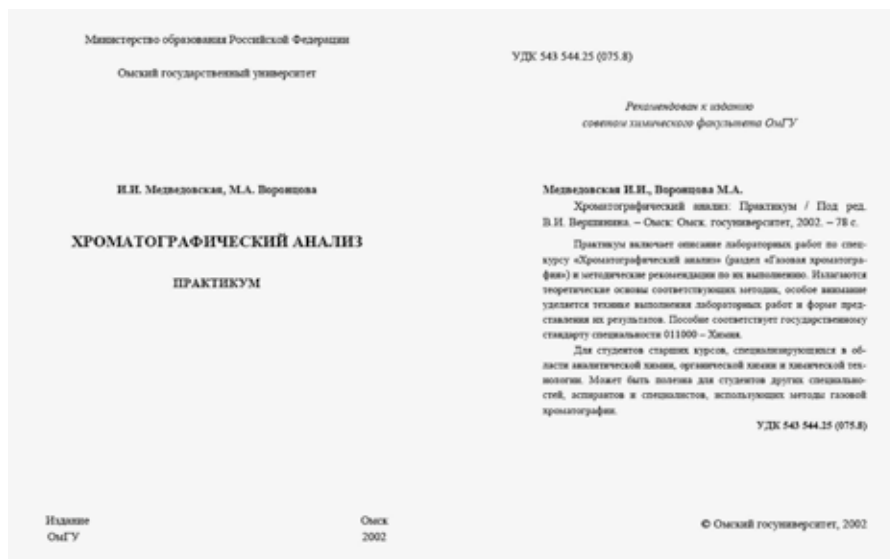


Рис. 10. В некоторых методических пособиях по хроматографическому анализу до сих пор предлагается использовать прибор ЛХМ-8МД для решения ряда лабораторно-практических задач

составляет около десяти лет, после чего модель морально устаревает [10].

Заключение

Как научный метод познания окружающего нас мира хроматография постоянно развивается и совершенствуется. Сегодня она применяется столь часто и широко в научных исследованиях, медицине, молекулярной биологии, биохимии, технике и народном хозяйстве, что очень трудно найти область знаний, в которой ее не используют. Газохроматографическое оборудование можно увидеть и в химической лаборатории, и в цехе, и в больнице, и в рубке корабля. В связи с этим большой интерес представляло изучение зарождения и развития метода и оборудования для газовой хроматографии за рубежом и в СССР. В ходе изучения темы, выяснилось, что, несмотря на определенные проблемы сосуществования и взаимодействия западного и советского научных сообществ в 1950–1960-е годы, сам процесс становления газохроматографического приборостроения по обе стороны так называемого железного занавеса практически совпадает. А советские хроматографы активно использовали наряду с зарубежными в исследовательской работе в нашей стране уже с 1960–1970-х годов. Именно этот период (на Западе – с середины 1950-х) представляет собой с нашей точки зрения наибольший интерес в развитии приборостроения в газовой хроматографии, когда каждый день приносил с собой что-то новое. В то время газовая хроматография доминировала в аналитической химии, затмевая по некоторым показателям даже жидкостную. Знакомясь в рамках выставок научного оборудования и международных симпозиумов с приборными новинками в этой области, их участники стремились как можно быстрее реализовать новые тенденции приборостроения в своих разработках и представить на национальных рынках*. В этом отношении серия

ЛХМ (в частности, обсуждаемая модель ЛХМ-8МД), сочетавшая в себе универсальность, широкий спектр решаемых задач, эффективность в разделении многокомпонентных смесей, оказалась достаточно востребованной в лабораторной практике в нашей стране, причем не одно десятилетие, как показали наши исследования.

Литература

1. Даванков В. А., Яшин Я. И. Сто лет хроматографии. *Вестник Российской Академии Наук*. 2003;73(7):637–646.
2. Ettre L. S., Struppe H. G. Early Evolution of Gas Chromatography in East Germany. Part I: Beginnings, Instrument and Column Development and Organizations. *Chromatographia*. 2004;59(3/4):143–151.
3. Рудаков О. Б. Российская хроматография – времена и люди. *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2014;14(3):384–396.
4. Ettre L. S. Early Evolution of Gas Adsorption Chromatography. Part II: Elution Chromatography Matures. *Chromatographia*. 2002;55(9/10):625–631.
5. Рыбакова Е. История ионной хроматографии в СССР. *АНАЛИТИКА*. 2017;33(2):114–122.
6. 75 Years of Chromatography – a Historical Dialogue/Ed. Ettre L. S., Zlatkis A. Amsterdam: Elsevier. 1979.
7. Kolomnikov I. G., Efremov A. M., Tikhomirova T. I., Sorokina N. M., Zolotov Y. A. Early Stages in the History of Gas Chromatography. *Journal of Analytical Chemistry*. 2018;1537:109–117.
8. Яшин Я. И., Веденин А. Н., Яшин А. Я. 60 лет хроматографическому приборостроению. *АНАЛИТИКА*. 2016;27(2):84–99.
9. Николай Яковлевич Феста. Некролог. Доступно: https://www.iae.nsk.su/images/stories/5_Autometria/5_Archives/1967/2/n.ya.festa.pdf [Дата обращения 15 апреля 2021].
10. Яшин Я. И. 40 лет газохроматографического приборостроения (1955–1995 гг.). *Журнал аналитической химии*. 1998;53(1):7–19.
11. Баскин З. Л. Промышленный газохроматографический эколого-аналитический контроль. *Российский химический журнал*. 2002;46(4):93–99.
12. Крылов В. А. Развитие хроматографии в Нижнем Новгороде. *Лаборатория и производство*. 2019;10(6):108–115.
13. Логутов В. И., Каморин Д. М., Решетов П. С., Шишулина А. В., Иванов П. Ю. Методические рекомендации для проведения практического занятия в лаборатории хроматографии по дисциплине «ЭКОЛОГИЯ». Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет. 2019;42 с.
14. Шпигун О. А., Селеменев В. Ф., Платонов И. А. Персоналии. Яков Иванович Яшин: 60 лет в хроматографии. *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2016;16(2):258–267.
15. Зайцева (Баум) Е. А. К. И. Сакодынский (1930–1996) и хроматография (К 80-летию со дня рождения). *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2011;1(11):8–22.
16. Хроматограф лабораторный ЛХМ-8МД. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Доступно: http://www.anchem.ru/base/viewarticle.asp?article_id=192 [Дата обращения 15 апреля 2021].
17. Фармацевтическое изучение лекарственных средств. Труды по медицине. Тарту: ТГУ. 1987;152 с.

* В этом отношении оказываются чрезвычайно интересными архивные материалы Политехнического музея (ФПИ ПМ. Ф.100. Оп.32. Собрание документов сменных специальных выставок Политехнического музея), относящиеся к проведению первых выставок газохроматографического оборудования в нашей стране (1960-е годы). Они приоткрывают ранее неизвестные страницы истории становления отрасли газохроматографического оборудования в нашей стране и спешного внедрения ее продукции в разные области народного хозяйства согласно постановлениям партии и правительства. Архивные документы свидетельствуют о том, что становление отечественного приборостроения в этой области

происходило в острой конкурентной борьбе с западными фирмами-разработчиками и производителями газохроматографического оборудования, которые устремились в эту еще незанятую отечественными производителями нишу на советском рынке аналитического оборудования. Этой теме посвящен другой студенческий проект.

5-8 ОКТЯБРЯ 2021



Х юбилейный ПЕТЕРБУРГСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ГАЗОВЫЙ ФОРУМ

ПРИЗНАННАЯ ПЛОЩАДКА ДЛЯ ДИСКУССИИ
О РАЗВИТИИ МИРОВОЙ ГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

ПАРТНЕРЫ



Boskalis

КОМИТА
ГРУППА КОМПАНИЙ



ГАЗПРОМБАНК

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ПАРТНЕР



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ПАРТНЕР



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
СПОНСОР



БАНК
РОССИЯ



NIKKISO

КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ЭКСПОФОРУМ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1

+7 (812) 240 40 40 (ДОБ. 2626, 2122)
GF@EXPOFORUM.RU

GAS-FORUM.RU 18+



18. Куликов В. И., Винарский В. А., Юрченко Р. А., Данильчик Л. А. Влияние соотношения концентраций компонентов на параметры удерживания в газовой хроматографии. *Вестник Белорусского государственного университета*. Сер. 2, Химия. Биология. География. 1999;1:23–25.
19. База патентов СССР. Доступно: <https://patents.su> [Дата обращения 15 апреля 2021] 20. Иванова М. А., Кривонос А. И., Опалев С. Б. Газовая хроматография. Методические указания к лабораторной работе. М.: МИИТ. 2002;10 с.
20. Медведовская И. И., Воронцова М. А. Хроматографический анализ: Практикум / Под ред. В. И. Вершинина. Омск: Омский госуниверситет. 2002;78 с.
9. Nikolay Yakovlevich Festa. Obituary. Available from: https://www.iae.nsk.su/images/stories/5_Autometria/5_Archives/1967/2/n.ya.festa.pdf [Accessed 15th April 2021]
10. Yashin Ya. I. 40 years of gas-chromatographic instrument making (1955–1995). *Journal of Analytical Chemistry*. 1998;53(1):7–19. (in Russ.)
11. Baskin Z. L. Industrial gas chromatographic ecological-analytical control. *Rossiiskii khimicheskii zhurnal = Russian chemical journal*. 2002;46(4):93–99. (in Russ.)
12. Krylov V. A. Development of chromatography in Nizhny Novgorod. *Laboratoriya i proizvodstvo = Laboratory and production*. 2019;10(6):108–115. (in Russ.)
13. Logutov V. I., Kamorin D. M., Reshetov P. S., Shishulina A. V., Ivanov P. Yu. Methodical recommendations for a practical laboratory of chromatography in the discipline “ECOLOGY”. Study guide. Nizhnii Novgorod: Nizhegorodskii gosuniversitet. 2019;42 s. (in Russ.)
14. Shpigun O. A., Selemenev V. F., Platonov I. A. Personalii. Yakov Ivanovich Yashin: 60 years in chromatography. *Sorbtsionnye i khromatograficheskie protsessy = Sorption and chromatographic processes*. 2016;16(2):258–267. (in Russ.)
15. Zaitseva (Baum) E. A. K. I. Sakodynsky (1930–1996) and chromatography (on the occasion of his 80th birthday). *Sorbtsionnye i khromatograficheskie protsessy = Sorption and chromatographic processes*. 2011;1(11):8–22. (in Russ.)
16. Laboratory chromatograph LHM-8MD. Technical description and instruction manual. Available from: http://www.anchem.ru/base/viewarticle.asp?article_id=192 [Accessed 15th April 2021]
17. Pharmaceutical research of medicines. Works on medicine. Tartu: TGU. 1987;152 s. (in Russ.)
18. Kulikov V. I., Vinarskii V. A., Yurchenko R. A., Danil'chik L. A. Influence of the concentration ratio of the components on the retention parameters in gas chromatography. *Vestnik Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. 2, Khimiya. Biologiya. Geografiya = Bulletin of the Belarusian State University. Ser. 2, Chemistry. Biology. Geography*. 1999;1:23–25. (in Russ.)
19. Base of patents of the USSR. Available from: <https://patents.su> [Accessed 15th April 2021]
20. Ivanova M. A., Krivonosov A. I., Opalev S. B. Gas chromatography. Methodical instructions for laboratory work. М.: МИИТ. 2002;10 s. (in Russ.)
21. Medvedovskaya I. I., Vorontsova M. A. Chromatographic Analysis: practical work. / Edited by V. I. Verшинin. Омск: Омский госуниверситет. 2002;78 s. (in Russ.)

References

1. Davankov V. A., Yashin Ya. I. One Hundred Years of Chromatography. *Vestnik Rossijskoj akademii nauk = Annals of the Russian Academy of Sciences*. 2003;73(7):637–646. (in Russ.)
2. Ettre L. S., Struppe H. G. Early Evolution of Gas Chromatography in East Germany. Part I: Beginnings, Instrument and Column Development and Organizations. *Chromatographia*. 2004;59(3/4):143–151.
3. Rudakov O. B. Russian chromatography – times and people. *Sorbtsionnye i khromatograficheskie protsessy = Sorption and chromatography processes*. 2014;14(3):384–396. (in Russ.)
4. Ettre L. S. Early Evolution of Gas Adsorption Chromatography. Part II: Elution Chromatography Matures. *Chromatographia*. 2002;55(9/10):625–631.
5. Rybakova E. History of ion chromatography in the USSR. *Analytics*. 2017;33(2):114–122. (in Russ.)
6. Kolomnikov I. G., Efremov A. M., Tikhomirova T. I., Sorokina N. M., Zolotov Y. A. Early Stages in the History of Gas Chromatography. *Journal of chromatography. A*. 2018;1537:109–117. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2018.01.006>.
7. 75 Years of Chromatography – a Historical Dialogue / Ed. Ettre. L. S., Zlatkis A. Amsterdam: Elsevier. 1979.
8. Yashin Ya. I., Vedenin A. N., Yashin A. Ya. 60 years of chromatographic instrumentation. *Analytics*. 2016;27(2):84–99. (in Russ.)

КАЛЕНДАРЬ СОБЫТИЙ. ИЮНЬ–АВГУСТ 2021

8–10 июня, Москва. **Семинар «Выполнение требований ГОСТ ISO / IEC 17025-2019. Верификация и валидация методик анализа»**. www.rossalab.ru

15–17 июня, Москва. **ROSMOLD**. www.ros mould.ru

21–25 июня, г. Новосибирск. **XI Научно-практическая конференция «Сверхкритические флюиды: фундаментальные основы, технологии, инновации»**. www.scftec.isc-ras.ru

21–24 июня, Online – Live and On-demand. **21st Tetrahedron Symposium**. www.elsevier.com

1–4 июля, г. Иваново. **VIII Всероссийская школа-конференция молодых ученых «Органические и гибридные наноматериалы»**. www.ivanovo.ac.ru

5–10 июля, п. Эльбрус. **XVII Международная научно-практическая конференция «Новые полимерные композиционные материалы. Микитаевские чтения»**. www.npcm-conference.ru

5–9 июля, г. Новосибирск. **Первая Всероссийская школа для молодых ученых по медицинской химии**. web.nioch.nsc.ru

5–9 июля, Приэльбрусье, КБР. **X Национальная кристаллохимическая конференция**. conferences.icp.ac.ru

12–14 июля, Москва. **Обучающий семинар ААЦ «Аналитика»: требования стандарта ГОСТ ISO / IEC 17025-2019 и их реализация в испытательной лаборатории»**. www.aac-analitica.ru

2–3 августа, Москва. **Обучающий семинар ААЦ «Аналитика»: «Управление рисками в испытательной лаборатории согласно требованиям стандарта ГОСТ ISO / IEC 17025-2019»**. www.aac-analitica.ru

16–20 августа, Нижний Новгород, онлайн-офлайн. **IX Международная конференция «Высококипяющие молекулы и молекулярные магнетики». XIV Российско-Японский семинар «Соединения с открытой оболочкой и молекулярные спиновые устройства»**. molmag-2021.tomo.nsc.ru

16–20 августа, г. Новосибирск. **XI Всероссийская научная конференция и школа «Аналитика Сибири и Дальнего Востока» посвящена 100-летию со дня рождения И. Г. Юделевича**. conf.nsc.ru

ГЛАВНОЕ СОБЫТИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ ИНДУСТРИИ



XIII МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
LABComplex

АНАЛИТИКА ЛАБОРАТОРИЯ БИОТЕХНОЛОГИИ HI-TECH

При поддержке:  Комитетов Верховной Рады Украины
Министерств и ведомств
Профильных ассоциаций и объединений

Организаторы:  

ВНИМАНИЕ! НОВОЕ МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ



Выставочный Центр «КиевЭкспоПлаза»
Киевская область, с. Берёзовка, ул. Амстердамская, 1

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА КОМПЛЕКСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛАБОРАТОРИЙ

АНАЛИТИЧЕСКОЕ, ЛАБОРАТОРНОЕ, ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ И УСЛУГИ ДЛЯ ЛАБОРАТОРИЙ

ТОРГОВЫХ МАРОК,
МИРОВЫХ БРЕНДОВ

270

**19-21
ОКТЯБРЯ
2021**

25

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИХ
МЕРОПРИЯТИЙ

ПОСЕТИТЕЛЕЙ

5 000

250

ДОКЛАДЧИКОВ

МЕЖДУНАРОДНОЕ УЧАСТИЕ И ПОСЕЩЕНИЕ

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ И БИЗНЕС ПРОГРАММЫ,
МАСТЕР-КЛАССЫ НА ДЕЙСТВУЮЩЕМ ОБОРУДОВАНИИ

По вопросам участия в выставке:

+38 (067) 647-67-06

+38 (099) 532-40-35

lab@lmt.kiev.ua



По вопросам участия в

научно-практической программе:

+38 (067) 427-38-86

marketing@labcomplex.com

www.labcomplex.com



ТЕХНОСФЕРА
РЕКЛАМНО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР

100% ГАРАНТИЯ
ПОЛУЧЕНИЯ ВСЕХ НОМЕРОВ



Стоимость 2200 р. за номер
Периодичность: 10 номеров в год
www.electronics.ru



Стоимость 1430 р. за номер
Периодичность: 8 номеров в год
www.photonics.ru



Стоимость 1430 р. за номер
Периодичность: 6 номеров в год
www.j-analytics.ru

ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛЫ

www.technosfera.ru



Стоимость 1056 р. за номер
Периодичность: 8 номеров в год
www.firstmile.ru



Стоимость 1287 р. за номер
Периодичность: 8 номеров в год
www.nanoindustry.ru



Стоимость 1716 р. за номер
Периодичность: 4 номера в год
www.stankoinstrument.ru