

# Воронежские научные школы по хроматографическим и другим родственным методам

В. Ф. Селеменев, д. х. н.<sup>1</sup>, О. Б. Рудаков, д. х. н.<sup>2</sup>

УДК 001.8, 543.54

В статье рассмотрены этапы становления научно-педагогических школ химиков в высших учебных заведениях Воронежа, которые занимаются подготовкой научных кадров, развитием хроматографии, ионного обмена, сорбционных и мембранных процессов разделения и концентрирования. Приведены некоторые итоги научной деятельности воронежских химиков.

**Ключевые слова:** высшее образование, научно-педагогические школы, аналитическая химия, хроматография

В 2023 году научная общественность отмечает 120-летие открытия хроматографии. В Воронеже провел последние годы жизни открыватель хроматографии Михаил Семенович Цвет в 90-е годы прошлого века. По инициативе ученых-хроматографистов ему установили кенотаф с эпитафией «Ему дано открыть хроматографию, разделяющую молекулы, объединяющую людей». Комиссия по культурному наследию Воронежа в этом году приняла решение увековечить память М. С. Цвета, установив бюст около главного корпуса Воронежского государственного университета, и назвать в его честь улицу в новом микрорайоне, близ ул. М. В. Ломоносова.

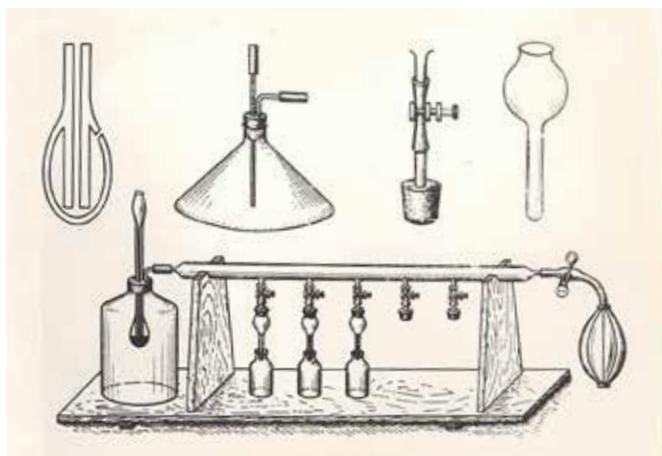
Целью данной статьи является подведение некоторого итога развития хроматографических и родственных им методов и показать их перспективы в коллективах воронежских ученых-химиков. М. С. Цвет создал по прибытии во вновь организованный Воронежский государственный университет (ВГУ) хроматографическую лабораторию, но не успел поставить в ней исследования по адсорбционному анализу (так он предпочитал называть хроматографические методики).

Знамя М. С. Цвета поднял В. П. Мелешко – основатель воронежской школы хроматографистов в ВГУ. К настоящему моменту в Воронеже функционируют семь научно-педагогических школ, занимающихся проблемами хроматографии, ионного обмена, сорбционных и мембранных процессов разделения и концентрирования химических соединений различных классов. Кроме ВГУ, это Воронежский государственный университет инженерных технологий,

Воронежский государственный технический университет, Воронежский государственный аграрный университет, Воронежский государственный лесотехнический университет и Воронежский государственный медицинский университет, в которых химики активно применяют сепарационные методы, продолжая развивать основанное М. С. Цветом научное направление. Необходимо отметить, что под научно-педагогической школой следует понимать коллектив, в котором работают не менее трех докторов наук по выбранной тематике.

Научные лидеры этих школ В. Ф. Селеменев, В. А. Шапошник, Т. А. Кравченко, О. Б. Рудаков, А. В. Шапошник, Л. И. Бельчинская, Л. В. Рудакова [1–6].

Воронежские хроматографисты, аналитики и физико-химики работают не в безвоздушном пространстве. Им всегда оказывали повседневную, эффективную помощь коллеги из Москвы, Петербурга и других научных центров нашей страны: Ю. А. Золотов, А. К. Буряк, О. А. Шпигун, Р. Х. Хамизов, А. В. Буланова, И. Н. Липунов, А. Л. Смирнов, С. А. Мечковский, Е. Г. Сумина, А. И. Ревельский, И. А. Ревельский, А. М. Долгоносков, С. Н. Ланин, В. А. Иванов, Е. П. Агеев, М. П. Цюрупа, С. М. Староверов, Ю. А. Лейкин, Б. Ф. Мясоедов, В. М. Мухин, В. Д. Копылова, А. И. Калиничев, Л. Н. Коломиец, В. Д. Красиков, И. Г. Зенкевич, В. И. Заболоцкий, В. В. Никоненко, Г. А. Евтюгин, Е. В. Веницианов, И. А. Платонов, Л. А. Онучак, Л. А. Карцова, В. И. Дейнека, А. А. Ревина, С. Н. Штыков, Я. И. Яшин. К великому сожалению, ряды ведущих ученых, с которыми



Первая хроматографическая установка

сотрудничают воронежские химики, хоть и не становятся короче, но из них уходят такие выдающиеся деятели науки, как В. А. Даванков [5].

В Воронеже наряду с изданием журнала «Сорбционные и хроматографические процессы» (входит в Перечень ВАК, индексируется в Scopus, Russian Science Citation Index на платформе Web of Science (RSCI), Chemical Abstracts, РИНЦ), члены секции «Ионообменная хроматография» по традиции регулярно организуют и проводят Всесоюзные (Всероссийские) научные конференции «Физико-химические основы хроматографических и ионообменных процессов (Иониты)», основу которых заложил профессор В. П. Мелешко. Следует упомянуть и другой высокорейтинговый журнал, входящий в перечень ВАК и Scopus, выпускаемый в ВГУ, который публикует статьи по сепарационным методам – это «Конденсированные среды и межфазные границы».

Начиная с 1974 года, когда А. А. Мазо защитил докторскую диссертацию «Теория и практика глубокой очистки воды» по специальности 05.17.01 – технология неорганических веществ (научный консультант В. П. Мелешко), и по настоящее время в научных школах этого профиля защищено более 200 докторских и кандидатских диссертаций. В конце списка на данный момент докторская диссертация «Кинетика и динамика сорбции полифенольных физиологически активных веществ наноструктурированными материалами» 02.00.04 – Физическая химия, которую защитил в 2021 году С. И. Карпов [1–6].

В монографии [2], недавно изданной по результатам многолетних научных исследований воронежских химиков, работающих в области хроматографии, ионного обмена и мембранных процессов, приведены не только исторические

и биографические справки, но и оригинальные материалы по развитию и совершенствованию хроматографических, ионообменных и мембранных методов, выполненных в воронежских научно-педагогических школах, за 50-летний период и в последние годы.

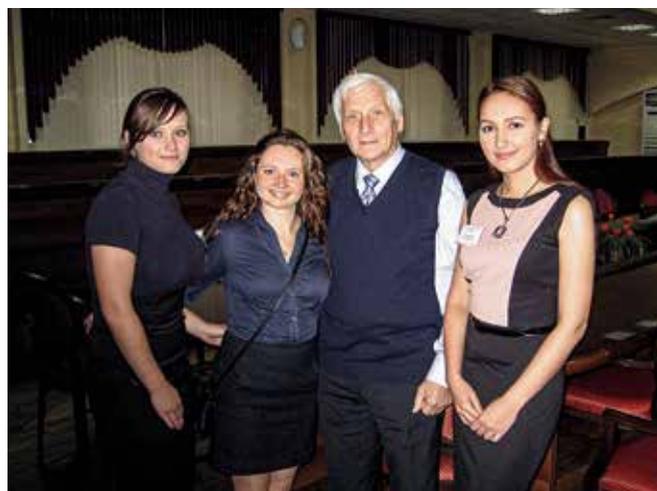
Приведем некоторые примеры. Под руководством В. А. Шапошника разработан электромембранный метод получения ультрачистой воды для предприятий электронной и радиотехнической промышленности, а также предложены математические модели электродиализа с ионообменными мембранами. Разработанный на кафедре аналитической химии ВГУ метод многочастотной лазерной интерферометрии позволил впервые визуализировать процессы в растворах на границе с ионообменниками. Методами квантовой химии, молекулярной динамики, ИК- и ЯМР-спектроскопии проведен структурный анализ ионообменников в различных ионных формах. Установлены наиболее вероятные структуры гидратированных ионогенных групп катионитов. Показано, что наибольший вклад в энергию активации



Ионообменная установка, 1961 год



Профессора В. Ф. Селеменов, Ф. Рёсснер (Германия), С. Ю. Доронин, Л. В. Рудакова с молодыми учеными на стендовой сессии (г. Тула)



Профессор В. А. Даванков после доклада на школе-семинаре в ВГУ (г. Воронеж)

транспорта в таких системах вносит энергия водородных связей между гидратными оболочками противоионов.

Наиболее важные результаты в научной школе В. Ф. Селеменова получены по следующим направлениям: обоснование физико-химических процессов и реализация процедур удаления гумусовых и фульвокислот из водных сред методом препаративной хроматографии; разработка теоретических основ ионнообменной очистки природных вод, сопутствующих газовым месторождениям; научное обоснование и разработка технологии промышленной очистки сточных вод и отработанных

электролитов гальванических производств с использованием ионообменников; общие принципы удаления несахаров из дефекационных и сатурационных соков ионообменниками при очистке свеклосахарных сиропов; технологическое решение для выделения гидроксикислот с использованием ионообменников; физико-химические основы выделения аминокислот из микробиологических сред и гидролизатов методами ионнообменной и препаративной хроматографии; математическое моделирование процессов электродиализа и физико-химические основы глубокого обессоливания воды.



День науки ВГТУ, 2015 год



Московские ученые на дне науки ВГТУ, 2015 год



*Профессор В. Ф. Селезнев, московские ученые и воронежские аспиранты в центре коллективного пользования ВГУ*

В настоящий момент на кафедре аналитической химии ВГУ продолжаются научно-исследовательские работы по изучению физико-химических основ мембранно-сорбционных процессов выделения и очистки физиологически активных веществ (ФАВ); исследуется термодинамика неравновесных процессов в ионитах и мембранах; изучается синергетика в процессах, происходящих при взаимодействии ионита, растворителя и ФАВ; изучаются физико-химические процессы, наблюдаемые в ионитах под действием температурных, электрических, магнитных и механических полей. В перспективе намечается решение таких научных задач, как транспорт и химические реакции в ионообменных материалах, синергические процессы и стабильность образования полимолекулярных слоев в фазе сорбента. В планах – решение важных прикладных задач, связанных с деградацией ионообменных материалов при их длительной эксплуатации, их модификацией и утилизацией. Идет мониторинг качества воды и водоподготовки водоснабжения в системах искусственных и естественных водоемов.

Весьма перспективна работа, связанная с изучением гидратационных свойств образцов суперсорбента «Твердая вода», модифицированного солями сернокислого цинка и сернокислого марганца (II). Определена способность модифицированных образцов сорбента к влагопоглощению – до 390 л на 1 кг сорбента. Эти сорбенты могут успешно использоваться в растениеводстве для поддержания благоприятного уровня влаги в грунте в условиях сухого климата [6].

На кафедре химии и химической технологии материалов ВГУ (коллектив О. Б. Рудакова) изучаются физико-химические и технико-эксплуатационные



*Профессора Я. И. Яшин и О. Б. Рудаков на выставке аналитического оборудования в Сокольниках*

свойства многокомпонентных органических растворителей, разрабатываются способы контроля содержания токсичных органических компонентов в композитных материалах и продуктах питания с применением хромато-масс-спектрометрии. В этом плане перспективным является метод пиролитической хромато-масс-спектрометрии, в котором практически отсутствует многостадийная пробоподготовка [7].

Таким образом, научно-педагогические школы воронежских вузов вносят весомый вклад в развитие научных направлений, классифицируемых как сепарационные методы.

Авторы статьи приветствуют создание Объединенной комиссии по хроматографии Научных советов РАН по физической и аналитической химии.



*Обсуждение итогов симпозиума «Фагран-2009» учеными из Москвы, Петербурга и Карлсруэ (А. М. Долгоносков, В. Хель, А. А. Дёмин, Р. Х. Хамизов)*

По нашему мнению, современное состояние хроматографии как науки и широкого комплекса методов промышленного разделения и химического анализа указывает на целесообразность возрождения диссертационных советов по специальности «Хроматография и хроматографические приборы».

## Литература

1. Рудаков О. Б., Селеменев В. Ф. Российская хроматография – времена и люди. *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2014;14(3): 384–396.
2. Рудаков О. Б., Рудакова Л. В. Кто есть кто в аналитической хроматографии по данным Российского индекса научного цитирования. *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2016; 16(1): 123–135.
3. Селеменев В. Ф., Рудаков О. Б. Наука в лицах: очерки о воронежских хроматографистах. Часть 1. *Лаборатория и производство*. 2019;1(5): 122–127.
4. Селеменев В. Ф., Рудаков О. Б. Наука в лицах: очерки о воронежских хроматографистах. Часть 2. *Лаборатория и производство*. 2019;2(6): 168–175.
5. Шапошник В. А., Рудаков О. Б., Селеменев В. Ф. [и др.]. Памяти профессора Вадима Александровича Даванкова. *Химия, физика и механика материалов*. 2022;4(35): 124–126.
6. Наследие М. С. Цвета в трудах воронежских химиков: В 2 томах / В. Ф. Селеменев, О. Б. Рудаков, Д. Л. Котова [и др.]. Том 1.

Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2021, 358 с.

7. Рудаков О. Б., Хорохордин А. М., Рудаков Я. О., Хорохордина Е. А. Применение пиролитической хромато-масс-спектрометрии в контроле качества строительных полимеров и композитов. *Строительные материалы*. 2022; 8: 65–69.

## References

1. Rudakov O. B., Selemenev V. F. Russian chromatography – times and people. *Sorption and chromatographic processes*. 2014;14(3): 384–396.
2. Rudakov O. B., Rudakova L. V. Who is who in analytical chromatography according to the Russian Science Citation Index. *Sorption and chromatographic processes*. 2016; 16(1): 123–135.
3. Selemenev V. F., Rudakov O. B. Science in faces: essays on Voronezh chromatographers. Part 1. *Laboratory and production*. 2019;1(5): 122–127.
4. Selemenev V. F., Rudakov O. B. Science in faces: essays on Voronezh chromatographers. Part 2. *Laboratory and production*. 2019;2(6): 168–175.
5. Shaposhnik V. A., Rudakov O. B., Selemenev V. F. [and etc.]. In memory of Professor Vadim Aleksandrovich Davankov. *Chemistry, physics and mechanics of materials*. 2022;4(35): 124–126.
6. Heritage of M. S. Tsveta in the works of Voronezh chemists: V. F. Selemenev, O. B. Rudakov, D. L. Kotova [and others]. Volume 1. Voronezh: Publishing and Printing Center Scientific Book. 2021, 358 с.
7. Rudakov O. B., Khorokhordin A. M., Rudakov Ya. O., Khorokhordina E. A. Application of pyrolytic chromato-mass spectrometry in quality control of building polymers and composites. *Construction Materials*. 2022; 8: 65–69.

# ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛЫ

[www.technosphaera.ru](http://www.technosphaera.ru)

**ЭЛЕКТРОНИКА** НАУКА ТЕХНОЛОГИЯ БИЗНЕС

Стоимость 2200 р. за номер  
Периодичность: 10 номеров в год  
[www.electronics.ru](http://www.electronics.ru)

[www.photonics.su](http://www.photonics.su) научно-технический журнал

**ФОТОНИКА**

Стоимость 1450 р. за номер  
Периодичность: 8 номеров в год  
[www.photonics.su](http://www.photonics.su)

**Аналитика** [www.j-analytics.ru](http://www.j-analytics.ru)  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Стоимость 1450 р. за номер  
Периодичность: 6 номеров в год  
[www.j-analytics.ru](http://www.j-analytics.ru)

Отраслевой научно-технический журнал

**СТАНКОИНСТРУМЕНТ**  
НАУКА | ПРОЕКТИРОВАНИЕ | ПРОИЗВОДСТВО

Стоимость 1800 р. за номер  
Периодичность: 4 номера в год  
[www.stankoinstrument.su](http://www.stankoinstrument.su)

**NANOINDUSTRY**  
**НАНОИНДУСТРИЯ**  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Стоимость 1300 р. за номер  
Периодичность: 8 номеров в год  
[www.nanoindustry.su](http://www.nanoindustry.su)

**LAST MILE ПЕРВАЯ МИЛЯ**

Стоимость 1300 р. за номер  
Периодичность: 8 номеров в год  
[www.lastmile.su](http://www.lastmile.su)