



УДК 543.544

**Научный отчет о проведении
Пятого Всероссийского симпозиума
«Кинетика и динамика обменных процессов»
Роль SEPARATION SCIENCE в развитии прорывных
направлений современной науки
(нанохимия и биомедицина)**

Боровикова С.А., Белякова Л.Д., Коломиец Л.Н.

С 30 октября по 6 ноября 2016 г. в Сочи был проведен Пятый Всероссийский симпозиум «Кинетика и динамика обменных процессов» с международным участием. В рамках симпозиума с 3 по 5 ноября состоялась Школа-конференция молодых ученых. Организаторами мероприятий являются Российская академия наук, Научный Совет по физической химии, Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина, Российский фонд фундаментальных исследований. Сопредседатели симпозиума: академик А.Ю. Цивадзе, профессор А.К. Буряк и член-корреспондент РАН О.А. Шпигун.

В работе симпозиума приняли участие 129 человек, представляющих 41 организацию, работающих в области хроматографии и аналитического приборостроения.

Научная программа симпозиума включала пленарные и секционные заседания по следующим вопросам: Separation Science в прорывных направлениях современной науки: нанохимии и биомедицины; актуальные разработки российских ученых, используемые в науке и технологиях; отечественные методические и программные разработки в области Separation Science; новейшие достижения в области хромато-масс-спектрометрии.

Научная программа симпозиума началась с доклада профессора В.А. Даванкова (ИНЭОС РАН) «В поисках источника гомохиральности биоматерии», который был посвящен одной из фундаментальных проблем происхождения жизни на Земле, а именно, проблеме происхождения гомохиральности аминокислот и сахаров. В докладе приводятся аргументы в пользу ранее сформулированной автором гипотезы, которая сводится к следующему: только макромолекулы, построенные из частей одной определенной конфигурации, способны к самовоспроизведению. Это *D*-сахара и *L*-аминокислоты. Из выдвинутой В.А. Даванковым гипотезы, утверждающей, что гомохиральность – это неотъемлемое свойство материи, следует, что первая самовоспроизводящая структура на Земле возникла в энантиомерной-обогащенной среде и самосборка органических молекул из элементарных частиц всегда и везде должна приводить к предпочтению той же конфигурации молекул, которая характерна для живой материи на Земле. В настоящее время ученые, изучающие проблему происхождения жизни, имеют возможность ставить все более сложные эксперименты. В докладе рассматриваются результаты экспериментального изучения хиральности аминокислот, образующихся в условиях высокотемпературной плазмы, возникающей при столкновении изотопно-меченых тел со сверхвысокими скоростями

(7 км/с). Представленная работа выполнена большим международным коллективом ученых. Анализ продуктов плазменного синтеза с помощью современных методов МС и ГХ/МС подтвердил образование многих органических молекул с преимущественным обогащением L-изомером аминокислоты (Ала), что характерно и для биомолекул, образовавшихся в космосе и обнаруживаемых во всех углеродистых метеоритах.

Научная программа первого дня симпозиума была посвящена исследованию биологически-активных веществ. Так в докладе В.Д. Красикова с сотр. (ИВС РАН) на тему «Транспортные методы анализа водорастворимых сополимеров-носителей биологически активных веществ» отмечено, что ими разработаны транспортные методы исследования новых перспективных противораковых препаратов на основе гидрофильных синтетических карбоцепных сополимеров с 1,4 (1,6)-лактонами D-сахарной кислоты.

В докладе И.Г. Зенкевича и А.А. Павловского (Институт химии СПбГУ) «Эффекты динамической модификации неподвижных фаз в газовой хроматографии: аномалии температурной зависимости индексов удерживания полярных аналитов и частичное разделение энантиомеров на ахиральных фазах» показано, что два достаточно «экзотических» в газовой хроматографии эффекта можно объяснить с единых позиций. Концепция динамической модификации неподвижных фаз хорошо известна в высокоэффективной жидкостной хроматографии, где на ее использовании основан один из способов разделения энантиомеров. Недавно выявлены примеры ее реализации в жидкостной колоночной хроматографии. В газовой же хроматографии возможности динамической модификации фаз оставались не охарактеризованными до последнего времени.

Сообщение И.Г. Зенкевича и Д.В. Прокофьева (Институт химии СПбГУ) «Цели и возможности использования дополнительных стандартов в основных способах количественного хроматографического анализа» посвящено повышению точности (уменьшению случайной составляющей погрешностей определений) количественного хроматографического анализа. Рассмотрены основные требования к дополнительным стандартам, не совпадающие с известными требованиями к внутренним стандартам.

В докладах Л.В. Снегур (ИНЭОС РАН) на тему «Энантиомерно обогащенные ферроценсодержащие аминокислоты. Синтез и биологическое действие на гиппокамп головного мозга» и Е.Ю. Осиповой (ИНЭОС РАН) «Ферроцено-порфирины – биоактивные макроциклы. Синтез и аналитическое разделение методом ВЭЖХ» рассматриваются биологически активные металлоорганические соединения на основе ферроцена. Эти железосодержащие вещества способны легко проникать через клеточные и ядерные мембраны и могут использоваться в качестве векторов для доставки биологически активных соединений к мишеням, а также преодолевать гематоэнцефалический барьер, то есть переходить из кровяного русла в костный мозг. Более того, синтезированные соединения с аминокислотными и порфириновыми фрагментами сами обладают биологической активностью. Эти соединения представляют собой рацемические смеси энантиомеров с центральной хиральностью. Для получения отдельных энантиомеров использовался синтетический подход. Методом ВЭЖХ охарактеризованы рацемические смеси и энантиомерно обогащенные ферроценсодержащие соединения. В качестве хиральных селекторов использовались различные сорбенты. В дальнейшем планируется проведение скрининга биоактивности отдельных энантиомеров в соответствии с требованиями XII Государственной фармакопеи Российской Федерации для потенциальных лекарственных соединений.

В сообщении В.Н. Сидельникова с сотр. (ИК СО РАН) «Колонки для ВЭЖХ с монолитами на основе азотистых гетероциклических соединений» приведены результаты создания монолитных хроматографических колонок для ВЭЖХ на основе сополимеров дивинилбензола с 1-винилимидазолом, 4-винилпиридином и 1-винил-1,2,4-триазолом. Проведено сравнение возможностей таких колонок с колонками ранее известных типов. Теоретическое обоснование процессов разделения включало количественную оценку вкладов различных типов межмолекулярных взаимодействий с использованием модели Абрахама.

В.Ю. Гуськову и соавторам (БашГУ) «Возможности разделения энантиомеров на супраструктурах ахиральных молекул – миф или реальность» принадлежит, пожалуй, самое дискуссионное сообщение на симпозиуме.

В завершении сессии была презентация книги А.А. Дутова (Читинская государственная медицинская академия) «Биомедицинская хроматография».

На секции «Нанохимия» состоялись все заявленные устные доклады. Два доклада (А.К. Буряк, И.С. Пыцкий, ИФХЭ РАН) были посвящены вопросам применения хроматографии и масс-спектрометрии для исследования морфологии поверхности металлов и сплавов, содержащих кластеры и наночастицы. Показана возможность изучения кластерообразования на поверхности алюминиевых сплавов и меди методом ВЭЖХ/МС, исследованы конструкционные материалы, применяемые в ракетной технике; показано наличие на их поверхности органических соединений, входящих в состав технологических жидкостей, а также олигомерных продуктов трансформации компонентов ракетных топлив. Подробно рассмотрены методические аспекты количественного анализа органических соединений на реальных твердых поверхностях.

Доклад А.Ю. Оленина (МГУ им. М.В. Ломоносова) посвящен исследованию процессов формирования и трансформации поверхностного слоя наночастиц Ag при взаимодействии с пероксидом водорода. Стабилизированные ЦТМАБ или поливинилпирролидоном частицы (5-10 нм) изменяют окраску под действием H_2O_2 , что может найти применение в химическом анализе.

В докладе Л.А. Онучак (Самарский университет) рассмотрены термодинамические аспекты супрамолекулярных взаимодействий органических соединений с циклодекстринами в полимерных и жидкокристаллических средах. Дано термодинамическое обоснование расчета констант комплексообразования «сорбат-макроцикл» из данных обращенной газо-жидкостной хроматографии. Показано, что применение симметричной системы отсчета допускает образование комплексов не только при увеличении удерживания, но и при его уменьшении вследствие изменения структуры растворителя.

В докладах молодых ученых Т.Н. Нефёдовой и Л.А. Синяевой (ВГУ, Воронеж) представлены результаты по синтезу и исследованию свойств новых органико-неорганических, каркасных и наноструктурированных сорбентов на основе полистирола и кремнезема. Изучены химия поверхности адсорбентов, их термостабильность и термодинамические характеристики сорбции. Сорбция фосфатидилхолина на синтезированных сорбентах изучена в динамических условиях.

Результаты исследования нового углеродного наноматериала – ультрадисперсного алмаза – были представлены в докладе С.Н. Ланина (МГУ им. М.В. Ломоносова). Показано, что частицы состоят из алмазного ядра, внешней углеродной оболочки и слоя функциональных групп, образующихся при получении методом детонационного синтеза. Новый сорбент исследован в условиях гидрофильной ВЭЖХ. Для всех исследованных полярных адсорбатов установлена нелинейная зависимость

факторов удерживания от мольной доли модификатора (ацетонитрила) в подвижной фазе вода-ацетонитрил.

Закономерности ВЭЖХ моно-, ди- и трициклических ароматических соединений на металлоорганической каркасной структуре MIL-53 (Al) представлены в докладе Б.Р. Сайфутдинова (СамГТУ). Эксперименты проводились при различных температурах с применением полярных подвижных фаз. На основании полученных результатов впервые предложена модель адсорбции, предполагающая переход адсорбатов из более ассоциированной подвижной фазы в менее ассоциированную жидкую фазу в порах за счет сильного взаимодействия молекул подвижной фазы со стенками пор адсорбента с каркасной структурой.

Доклады, сделанные на секции «Нанохимия», свидетельствуют о большом интересе исследователей к наноструктурированным системам как материалам для адсорбционных и хроматографических технологий.

Доклад профессора МГУ Э.А. Караханова «Молекулярное распознавание и катализ» был посвящен актуальному направлению «зеленой химии» - созданию новых высокоселективных катализаторов. Среди существующих подходов в этой области одним из наиболее привлекательных оказывается дизайн новых материалов, обладающих регулярной структурой и способных селективно связывать молекулу субстрата. В последние годы пристальное внимание исследователей привлекает супрамолекулярный катализ, предполагающий использование в качестве компонентов каталитических систем, соединений, обладающих функцией молекулярного распознавания, которые способны к образованию комплексов типа «гость-хозяин» с различными органическими соединениями. Такой подход открывает широкие возможности для создания новых высокоактивных металлокомплексных катализаторов, обладающих высокой субстратной и хемиселективностью.

Аспирант ИФХЭ РАН С.Д. Ярцев сделал доклад о применении хроматографии и масс-спектрометрии для идентификации продуктов трансформации НДМГ, содержащихся на поверхностях конструкционных материалов. Показано, что в смывах с внутренних поверхностей баков для хранения компонентов ракетного топлива обнаружены алкилфталаты и трифенилфосфаты, используемые в качестве пластификаторов. По наличию в смывах этих соединений можно экспрессно установить, с какими компонентами топлива контактировали конструкционные материалы, что важно знать при утилизации отдельных частей ракет-носителей. Изучены закономерности ионизации этих соединений в условиях МАЛДИ и электрораспылительной ионизации.

Аспирант Самарского университета Е.В. Елисеева сделала сообщение о результатах совместных с сотрудниками ИФХЭ РАН хромато-масс-спектрометрических исследований реакций с участием диарилтеллуридов. Эти соединения обладают высокой реакционной способностью, поэтому метод ВЭЖХ/МС является наиболее подходящим и информативным для исследования реакций с участием этих соединений. В докладе были приведены особенности фрагментации диарилтеллуридов в условиях хромато-масс-спектрометрии с ионизацией электроспреем с целью применения этого метода для идентификации продуктов реакций диспропорционирования и переарилрования диарилтеллуридов, а также реакций альдольной конденсации, катализируемых диарилтеллуридами.

Работы молодых ученых были представлены на высоком научном уровне и вызвали большой интерес аудитории.

Два доклада были сделаны представителями фирм-производителей аппаратуры для хроматографии и масс-спектрометрии. Сообщение И.А. Родина было посвящено особенностям эксплуатации приборов ГХ/МС фирмы «Shimadzu» для решения

практических задач. Доклад Д.А. Бурмыкина содержал новые инновационные решения компании «Bruker» для масс-спектрометрии и спектрометрии ионной подвижности.

На секции «Ионный обмен» было представлено 8 устных сообщений.

Открыл заседание А.М. Долгоносов (ГЕОХИ РАН) докладом «Фазы и режимы в хроматографии: обоснование выбора», в котором были рассмотрены правила, теоретические выводы, математические модели и конкретные практические решения при организации хроматографического процесса с целью рационального учета кинетических и равновесных характеристик неподвижных и подвижных фаз, выбора оптимальных режимов разделения смесей на основе математического эксперимента. В частности, на основе теоретического анализа был разработан новый хроматографический режим знакопеременного градиента «змейка».

Доклад А.И. Калиничева (ИФХЭ РАН) «Вытеснительный эффект взаимодействия концентрационных волн двух селективных, целевых компонентов в кинетике многокомпонентного массопереноса в матрицах нанокompозита» был посвящен математическому моделированию внутренней диффузии ионов в многокомпонентном ионообменном процессе, сопровождающемся окислительно-восстановительной реакцией. Презентация сопровождалась демонстрацией работы авторской программы, рассчитывающей концентрационные профили компонентов в сорбентах различной формы.

Уникальную роль и возможности препаративной хроматографии в биотехнологии продемонстрировал С.М. Староверов (МГУ им. М.В.Ломоносова) в презентации «Технология очистки пептидов методом многоколоночной непрерывной хроматографии в градиенте подвижной фазы». Ориентируясь на разделенные фронты целевых и матричных компонентов и, удаляя смешанные зоны, используя многоколоночную схему и градиентные режимы, удавалось добиваться высокой чистоты продукта и одновременно повышать производительность аппаратуры.

Доклады исследователей из Воронежского государственного университета были посвящены изучению и описанию сорбционных процессов в системах, содержащих ионогенные органические молекулы. Так, в докладе А.Ю. Шолоховой и др. «Кинетика сорбции ванилина сильноосновными макропористыми анионообменниками» по результатам изучения кинетики методом ограниченного объема был выбран отечественный анионит АВ-17-2П как более эффективный. В докладе О.Н. Хохловой «Термодинамическое описание необменной сорбции веществ ионообменниками» сделана попытка представить процессы, приводящие к сверхэквивалентной сорбции и к адсорбции в полимерных ионитах, в виде химических реакций со стехиометрическими коэффициентами. Этот формальный подход позволил ограничить все многообразие физико-химических описаний необменной сорбции простым и ясным описанием с традиционной для термодинамики параметризацией. В докладе С.И. Карпова с соавторами «Применение моделей динамики сорбции для сравнения сорбционных свойств кремнеземов различной степени упорядоченности» была предложена модель динамики сорбции, в которой выводится критерий, включающий в себя как равновесные, так и кинетические характеристики. Применение такого критерия, определяемого из динамических выходных кривых, позволяет упростить процедуру сравнения сорбентов.

С большим интересом был воспринят доклад Р.Х. Хамизова (ГЕОХИ РАН) «Есть ли будущее у ионного обмена как научной дисциплины?» На поставленный вопрос докладчик дал положительный ответ. Изложен взгляд докладчика на историю ионного обмена, представлены основные характеристики ионообменных материалов, нано-ионитов, приборов и устройств на основе ионитов (стеклянный элек-

трод, топливные элементы, сорбционные накопительные микросистемы на основе поликапиллярных трубок и пластин и др.), ионных насосов в клеточных мембранах и др.

В завершение сессии был заслушан доклад О.И. Щукиной с соавторами (МГУ им. М.В.Ломоносова) «Новые ковалентно-привитые пелликулярные анионообменники для ионной хроматографии», в котором сообщалось о синтезе разделяющих полистирольных сорбентов для анионной хроматографии. Колонки с полученными сорбентами обладали достаточными селективностью и эффективностью для разделения различных смесей анионов. Было показано, что новые сорбенты по эффективности не уступают известным образцам анионообменников известных фирм.

Не подвели и молодые участники конференции из Воронежа и Самары, Москвы, Новосибирска и Петербурга, выступившие с сообщениями, которые вызвали у аудитории интерес и активную дискуссию.

В докладе аспирантки МГУ Н.Г. Толмачевой (научный руководитель д.х.н. Пирогов А.В.) «Использование микроэмульсий для извлечения и одновременного концентрирования бенз(а)пирена с последующим хроматографическим определением» предложен новый способ извлечения ПАУ из почвы с использованием микроэмульсий (МЭ) различного состава в качестве экстрагентов с последующим расслоением микроэмульсий и концентрированием аналитов в органической фазе. Убедительно показано, что использование МЭ в качестве экстрагентов снижает общее время пробоподготовки до 10 минут, уменьшая пределы обнаружения в несколько раз.

Всеобщий интерес вызвал эмоциональный и очень содержательный доклад Д.Д. Матюшина (ИФХЭ РАН, научный руководитель д.х.н. Буряк А.К.) «Предсказание хроматографических характеристик токсических соединений с помощью молекулярно-статистических расчетов», где с использованием предложенных молекулярно-статистических расчетов предсказаны теплоты адсорбции и константы Генри (на ГТС) для приоритетных экотоксикантов, включая их изомеры и продукты превращений.

Несколько сообщений было посвящено различным аспектам применения ионных жидкостей в методах разделения. Так, в докладе М.В. Шашкова (ИК СО РАН) «Пиридиниевые ионные жидкости (ИЖ) для анализа сложных объектов методом двумерной газовой хроматографии» изучена возможность использования дикатионных имидазоловых и пиридиниевых ИЖ в качестве одной из колонок в двумерной газовой хроматографии (температура ГХ-анализа до 300°C). Объекты – нефть, бионефть, природные битумы, продукты пиролиза ископаемых углей и нефтепереработки. Одним из существенных достоинств фаз на основе ИЖ – высокая селективность.

А в докладе аспирантки СПбГУ Е.А. Колобовой (научный руководитель проф. Карцова А.А.) «Ионные жидкости (ИЖ) на основе имидазолия в качестве экстрагентов и псевдостационарных фаз» рассмотрены различные аспекты применения этих уникальных материалов в качестве компонентов электрофоретических систем и экстрагентов. Показано, что введение гидрофильных ИЖ в состав фонового электролита привело к динамической модификации стенок кварцевого капилляра, что сопровождалось ростом эффективности при определении аминокислот и катехоламинов в 2-3 раза. При концентрации ИЖ выше критической концентрации мицеллообразования сформированные мицеллы обеспечили высокую селективность разделения аминокислот, катехоламинов и стероидных гормонов. ИЖ проявили себя и как хорошие экстрагенты аминокислот и стероидных гормонов из водной фазы. Специальная серия экспериментов посвящена изучению возможностей применения

хиральных ИЖ при разделении энантиомеров аминокислот и β -блокаторов в условиях лигандообменного капиллярного электрофореза.

Доклад к.х.н. Е.А. Бессоновой (СПбГУ) был посвящен выявлению возможностей различных вариантов электрофоретического on-line концентрирования катехоламинов. Установлено, что использование ионной жидкости $C_{16}MImCl$ в условиях свипинга с высокопроводящей матрицей пробы, приводит к увеличению эффективности до $\sim 1 \cdot 10^6$ т.т., что обеспечивает снижение пределов обнаружения для катехоламинов до 50 нг/см^3 , для стероидных гормонов до $25\text{-}100 \text{ нг/см}^3$. В работе предложена схема электрофоретического определения (МЭКХ) стероидных гормонов в реальных объектах (моча, сыворотка крови) с введением ионной жидкости $C_{16}MImCl$ в фоновый электролит (конц.) и внутрикапиллярным концентрированием.

Доклад аспирантки СПбГУ Д.В. Дземы (научный руководитель проф. Карцова А.А.) был посвящен новым полимерным модификаторам хроматографических и электрофоретических систем: водорастворимым - типа ядро-оболочка и высокофторированным полимерам с ионогенными терминальными группами ($-NH_2$, $-COOK$, $-SO_3^-NEt_4^+$, $-SO_2NH_2$, $-CONH_2$). Обсуждены перспективы их применения в ГХ, ЖХ и КЭ при определении белков, стероидных гормонов, катехоламинов, водо- и жирорастворимых витаминов. Отмечено, что сверхразветвленные полимеры на основе полиэтиленimina с мальтозной оболочкой и терминальными олигосахаридными могут выполнить роль хиральных селекторов при разделении энантиомеров β -блокаторов и аминокислот. Предложен способ модификации этими полимерами стенок кварцевого капилляра с использованием ионов Cu^{2+} . На подготовленных капиллярах проведено селективное разделение белков и катехоламинов.

В работе студентки СПбГУ С.А. Соловьёвой предложен вариант одновременного определения четырёх противотуберкулезных препаратов (ПТП) и их метаболитов в плазме крови человека методом ОФ ВЭЖХ и тандемным масс-спектрометрическим детектированием с электроспреей ионизацией. Проведена оценка влияния матрицы пробы на разделение и ионизацию ПТП методом постэкстракционной добавки и изучена их стабильность в процессе анализа и в условиях хранения.

В докладе Б.Р. Сайфутдинова (СамГТУ) обсуждались новые нетривиальные закономерности среда – свойство для термодинамических характеристик адсорбции органических веществ на пористом графитированном углероде, отражающие сложность механизма удерживания на этом материале. В докладе Р.В. Шафигулина (Самарский университет) были представлены многопараметрические уравнения, позволяющие предсказывать характеристики удерживания сложных гетероциклических соединений.

В докладе Е.С. Трунаевой (ВГУ) обсуждались закономерности сорбции парных смесей аминокислот из водных растворов на анионообменнике АВ-17-2П в условиях необменного поглощения. Автор продемонстрировала разделение пары аминокислот фенилаланин-триптофан в трех концентрационных зонах.

Большой интерес вызвал доклад И.А. Кривоновой (ВГУ), посвященный разработке сенсоров с молекулярными отпечатками для определения некоторых карбоновых кислот в жидкостях. Автором созданы сенсоры, способные работать при высоких температурах и идентифицировать кислоты внутри брагоректификационных установок.

В докладах З.Б. Хесиной (ИФХЭ РАН), А.Е. Карнаевой (ИФХЭ РАН) и Н.В. Белобородовой (МГУ) были продемонстрированы возможности масс-спектрометрии МАЛДИ и ГХ-МС в анализе различных сложных объектов.

В рамках мероприятия работала конкурсная комиссия по оценке устных и стендовых докладов молодых ученых. За лучшие доклады молодым ученым были вручены дипломы и грамоты.

С заключительным докладом на симпозиуме выступил генеральный директор ООО «Амперсенд» Ю.А. Каламбет. Его доклад состоял из двух частей. В первой он кратко изложил анализ необходимого темпа измерений для правильного описания площади пика. Во второй части он представил результаты научной работы, воплощенные в программном обеспечении МультиХром (планируемая докторская диссертация). Программные решения касаются обработки данных и их можно охарактеризовать как работы в области хемометрики и метрологии.

При закрытии симпозиума состоялась оживленная дискуссия, в ходе которой были обсуждены вопросы, волнующие хроматографическое сообщество.

По итогам Симпозиума и Школы-конференции молодых ученых было принято следующее решение:

1. Учитывая высокий уровень и значимость Симпозиума и Школы-конференции в развитии теории и практики методов разделения, анализа и технологии, участники считают важным регулярное их проведение в дальнейшем и постановляют провести очередной Шестой Всероссийский симпозиум с международным участием «Кинетика и динамика обменных процессов» в 2017 году, посвященный экологической тематике.

2. Для дальнейшего расширения круга участников Симпозиума и Школы-конференции, привлечения научной молодежи, выдающихся ученых, руководителей коммерческих структур, представляется важным доведение информации о прошедшем научном форуме до своих организаций и коллективов, в том числе, в виде сообщений на соответствующих заседаниях и семинарах, а также в форме размещения информации в научных и научно-технических журналах, на научных интернет-сайтах.

3. С целью популяризации и ознакомления молодых ученых с историей открытия и развития отечественной хроматографии для подготовки и издания Книги создать редакционную коллегию в составе 17 человек (список членов редакционной коллегии прилагается). Книгу по истории отечественной хроматографии подготовить к следующему Симпозиуму.

4. Учитывая формальные сложности при защите кандидатских и докторских диссертаций, выполняемых по хроматографии, ходатайствовать перед министерством образования и науки об учреждении специальности, связанной с SEPARATION SCIENCE.

5. Участники Симпозиума и Школы-конференции отмечают высокое качество их проведения не только в научной части, но и в техническом обеспечении, проведении культурных мероприятий, обеспечении бытовых условий и выражают благодарность Организационному комитету.

6. Участники Симпозиума выражают благодарность В.Ф. Селеменеву и всей редколлегии Журнала «Сорбционные и хроматографические процессы» за подготовку тематических публикаций.

Авторы выражают благодарность председателям секций Симпозиума за помощь в написании отчета.