

I Российская конференция «Рентгеновские методы исследования веществ и материалов»

В. Б. Барановская¹

С 20 по 24 апреля 2026 года в Институте общей и неорганической химии им. Н. С. Курнакова Российской академии наук прошла I Российская конференция «Рентгеновские методы исследования веществ и материалов», которая собрала почти 200 участников из разных регионов страны. Организаторы конференции – Министерство образования и науки РФ, Отделение химии и наук о материалах РАН, Научный совет РАН по неорганической химии, Институт общей и неорганической химии им. Н. С. Курнакова РАН, Научный центр мирового уровня «Центр рационального использования редкометалльного сырья».

Это значимое научное событие объединило специалистов практически по всем актуальным направлениям использования рентгеновского излучения для анализа и диагностики веществ и материалов: рентгеновской порошковой и монокристаллической дифрактометрии, рентгеновской спектроскопии по первичным спектрам (электронно-зондовому рентгеноспектральному микроанализу) и по вторичным спектрам – рентгенофлуоресцентному анализу. В программу конференции также были включены работы в области рентгеновской спектроскопии поглощения, в частности спектроскопии главного края рентгеновского поглощения (XANES) и исследования дальней тонкой структуры рентгеновских спектров поглощения (EXAFS). Применению синхротронных источников во всех видах рентгеновской спектроскопии была посвящена отдельная секция. В рамках специальной секции обсуждены проблемы рентгеновской рефлектометрии и применения для диагностических целей малоуглового рассеяния рентгеновских лучей. Научная программа

конференции включала шесть тематических секций, состоящих из пленарных, устных и стендовых докладов.

География участников обширна: Москва, Санкт-Петербург, Апатиты, Благовещенск, Владивосток, Воронеж, Дубна, Екатеринбург, Иваново, Ижевск, Кемерово, Коломна, Ленинградская обл., Гатчина, Липецк, Минск, Научноград Кольцово, Нижний Новгород, Новосибирск, Орел, Орехово-Зуево, Петрозаводск, Ставрополь, Сыктывкар, Тверь, Тольятти, Томск, Фрязино, Челябинск, Черноголовка.

В рамках научных сессий участники представили 18 пленарных докладов, 41 устный и 93 постерных доклада. Ощутимый вклад в научную составляющую программы конференции внесли молодые ученые, студенты и аспиранты, составившие 33% от общего числа участников.

Конференцию открыл председатель Программного комитета конференции, академик РАН Владимир Константинович Иванов. Он тепло поприветствовал участников и гостей мероприятия. В его вступительном слове прозвучали пожелания плодотворной работы и интересных дискуссий. Также на открытии Конференции выступили чл.-корр. РАН К. Ю. Жижин, д. ф.-м. н. М. Н. Филиппов, д. х. н., профессор РАН В. Б. Барановская.

¹ Институт общей и неорганической химии имени Н. С. Курнакова РАН (ИОНХ РАН), Москва, РФ.



Д. х. н., академик РАН
В. К. Иванов



Д. х. н., чл.-корр. РАН
К. Ю. Жижин



Д. ф.-м. н.
М. Н. Филиппов



Д. х. н., профессор РАН
В. Б. Барановская

Первый день конференции целиком был посвящен методу рентгеновской дифракции. В пленарном докладе на секции монокристалльной дифракции д. х. н. А. А. Корлюков, ведущий научный сотрудник ИНЭОС РАН представил результаты рентгенодифракционных исследований (в том числе, прецизионных), полученных для ряда активных фармацевтических субстанций, их сокристаллов и комплексов с металлами. Он особое внимание уделил вопросу определения энергии межмолекулярных взаимодействий из данных о распределении электронной плотности, что активно используется для интерпретации результатов прецизионных рентгенодифракционных исследований. Д. х. н. профессор Томского политехнического университета П. А. Абрамов свой пленарный доклад посвятил супрамолекулярным ассоциатам полиоксометаллатов и ониевых катионов. Он суммировал структурные данные по известным ониевым солям полиоксометаллатов и рассмотрел основные закономерности супрамолекулярной ассоциации; реакционную способность в твердой фазе и в растворе; основные проблемы рентгеноструктурного анализа таких соединений [1].

Вторая часть – секция порошковой дифракции, началась с доклада д. х. н. А. В. Вологжаниной, с. н. с. ИНЭОС РАН. Она обратила внимание аудитории на то, что широкое распространение порошковых дифрактометров и развитие специализированного программного обеспечения позволяют использовать порошковую дифракцию не только для стандартного качественного и количественного анализа твердых соединений и смесей, но и для определения кристаллического строения новых твердых фаз различной природы, исследования фазовых превращений и твердофазных реакций [1]. А. д. ф.-м. н. Д. В. Рошупкин, директор ИПТМ РАН, продемонстрировал возможность применения метода рентгеновской дифрактометрии не только

для изучения структурных параметров кристаллов семейства лантан галлиевого силиката $\text{La}_3\text{Ga}_5\text{SiO}_{14}$, но и для проведения исследований дифракционных спектров кристаллов в диапазоне температур от 20 до 1200 °С, что позволило определить коэффициенты термического расширения кристаллов. Кроме того, для определения пьезоэлектрических констант в условиях обратного пьезоэлектрического эффекта, когда приложенное внешнее электрическое поле вызывает изменение межплоскостного расстояния и приводит к смещению брэгговских пиков.

В программе устных докладов приняли участие представители ИХ ДВО РАН, ИФМ РАН, ООО «НКЦ «ЛАБТЕСТ», ООО «Адвтекс», ИХХТ СО РАН, ИОФ РАН, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», ИХТРЭМС КНЦ РАН, ООО «Экситон Тест».

Второй день конференции был посвящен применению рентгеновской рефлектометрии и малоуглового рассеяния рентгеновских лучей. Открыл эту секцию пленарный доклад д. ф.-м. н. В. Е. Асадчикова, главного научного сотрудника НИЦ «Курчатовский институт», который рассмотрел возможности





использования эффекта полного внешнего отражения рентгеновского излучения с учетом рассеяния для исследования слоистых структур. Он показал возможности метода рентгеновской рефлектометрии для определения шероховатости поверхности, провел сравнение этих результатов с данными, полученными другими методами. Он также продемонстрировал возможность количественной оценки степени корреляции рельефа подложки и пленки, нанесенной на ее поверхность. Он также привел результаты исследования слоев, нанесенных на поверхность жидкости. К.ф.-м.н. Ю. Е. Горшкова, старший научный сотрудник Объединенного института ядерных исследований, в своем докладе показала, что метод малоуглового рентгеновского рассеяния (МУРР) представляет собой универсальный инструмент диагностики, поскольку позволяет проводить исследования объектов в нативном состоянии без деструктивной пробоподготовки, получать статистически усредненную информацию о форме и размере структурных единиц со всего объема образца, наблюдать *in situ* за процессами самосборки или структурными переходами в реальном времени [1]. Д.х.н. В. В. Волков, главный научный сотрудник НИЦ «Курчатовский институт», свой пленарный доклад посвятил малоугловому рентгеновскому рассеянию в исследовании строения неупорядоченных систем.

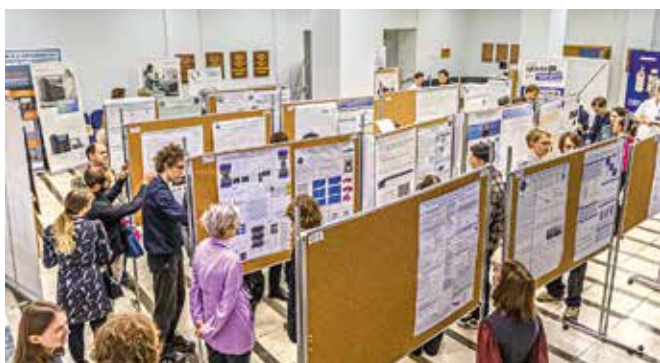
В программе устных докладов приняли участие представители Физического института им. П. Н. Лебедева РАН, Института катализа СО РАН, Петербургского института ядерной физики им. Б. П. Константинова, ООО «Адвентекс» и ООО «Группа Ай-Эм-Си».

Весь третий день конференции был посвящен рентгеновской эмиссионной спектроскопии. В пленарном докладе к. х. н. Г. В. Пашковой, ведущего

научного сотрудника ИЗК СО РАН, рассмотрены методические аспекты РФА-ПВО при определении состава жидких и порошковых образцов. Заведующий лабораторией новых материалов для солнечной энергетики МГУ им. М. В. Ломоносова, к. х. н. А. Б. Тарасов осветил основные задачи, стоящие на пути полного цикла разработки плоскопанельных детекторов рентгеновского излучения как прямого полупроводникового, так и сцинтилляционного типа: от требований, предъявляемых к сцинтилляционным или полупроводниковым материалам, до принципов формирования фотоприемных ячеек, устройств попиксельного считывания сигнала и электроники для их обработки. С устными докладами выступили д. т. н. А. Л. Финкельштейн (ИГХ СО РАН), д. ф.-м.н. М. Н. Филиппов (ИОНХ РАН), д. т. н. Б. Д. Калинин (ООО «Микротензор»), д. х. н. А. А. Ширяев (ИФХЭ РАН), к. х. н. А. С. Мальцев (ИЗК СО РАН), к. х. н. А. Н. Жиличева (ИЗК СО РАН), к. т. н. А. А. Вирюс (ИГЕМ РАН), к. х. н. Т. Ф. Ахметжанов (ИОНХ РАН), Д. В. Григорьев (Центр экспертиз, исследований и испытаний в строительстве).

Применение синхротронного излучения и рентгеновская спектроскопия поглощения (XANES и EXAFS) обсуждались в четвертый день конференции. Пленарные доклады на эти темы сделали д. ф.-м.н. Я. В. Зубавичус, главный научный сотрудник ЦКП «СКИФ» и к. ф.-м.н. А. Л. Тригуб, научный сотрудник НИЦ «Курчатовский институт». Ян Витасович Зубавичус рассказал аудитории конференции о текущем статусе ЦКП «СКИФ», описал функционал экспериментальных станций первой очереди, основные направления Научной программы ЦКП «СКИФ», регламент доступа пользователей и правила подачи заявок через портал gisnauka.ru.





В докладе Александра Леонидовича Тригуба были представлены результаты изучения локальной атомной и электронной структуры методами рентгеновской абсорбционной спектроскопии.

Вторая часть этого дня была посвящена вопросам рентгеновской томографии. В заседании с пленарным докладом принял участие д. ф.-м. н. А. В. Бузмаков, ведущий научный сотрудник НИЦ «Курчатовский институт». Он рассказал о методе 4D-томографии для исследования динамических процессов в пористых средах по ограниченным проекционным данным. Второй пленарный доклад сделал к. ф.-м. н. Д. А. Золотов, старший научный сотрудник Отделения «Институт кристаллографии им. А. В. Шубникова» НИЦ «Курчатовский институт», в котором рассказал о результатах исследований дефектов трехмерной структуры монокристаллов методами рентгеновской дифракционной микротомографии.

С устными докладами в четвертый день выступили представители ИХТРЭМС КНЦ РАН, ИОНХ РАН, ООО «Смарт Энджинс», МГУ им. М. В. Ломоносова, АУ «НАЦ РН им. В. И. Шпилемана».

Завершился этот научный день экскурсией в Музей минералогии им. А. Е. Ферсмана, вызвавшей большой интерес у участников конференции.

Завершала работу конференции секция, посвященная рентгенофотоэлектронной спектроскопии, в рамках которой прозвучали доклады к. ф.-м. н. Р. Г. Валеева о возможности рентгеновской фотоэлектронной и оже-электронной спектроскопии в ЦКП «Поверхность и новые материалы» УдмФИЦ УрО РАН. Также приняли участие в сессии с устными докладами коллеги из Института физики металлов им. М. Н. Михеева УрО РАН, Института катализа им. Г. К. Борескова СО РАН, ЦКП «СКИФ», ТГТУ, ООО «МАППЕР», ИОНХ РАН.

В течение всей конференции действовала книжная выставка, организованная ООО «РИЦ «ТЕХНО-СФЕРА», на которой участники конференции нашли много интересных и полезных изданий по профилю мероприятия.

Спонсорами конференции стали ведущие производители и поставщики аналитического и диагностического оборудования, лабораторной



инфраструктуры и расходных материалов: ООО «Адватекс», ООО «Экситон Тест», ООО «НКЦ «ЛАБТЕСТ», ООО «Группа Ай-Эм-Си», ООО «Экситон Аналитик», ГК «Термо Техно», ООО «Лабконцепт», НПО «СПЕКТРОН», ООО «КОНТЕК», ООО «ПЕРРЛ АНАЛИТИК», АО «АДВИН» (Республика Беларусь). Информационными партнерами мероприятия выступили издательство «ТЕХНОСФЕРА», журналы «Заводская лаборатория. Диагностика материалов», «Координационная химия», «АНАЛИТИКА» и Журнал неорганической химии. Техническим партнером конференции выступила компания ООО «МЕСОЛ».

Благодарим участников конференции за представленные доклады, обсуждение результатов и научные дискуссии! Ждем вас на следующих конференциях и приглашаем к дальнейшему плодотворному сотрудничеству! Работа конференции, публикуемые материалы внесут вклад в решение фундаментальных проблем материаловедения, создания новых функциональных материалов.

Автор / Author

Барановская Василиса Борисовна, профессор РАН, д. х. н., главный научный сотрудник ИОНХ РАН, Россия, 119071, Москва, Ленинский проспект, 31. Область научных интересов: фундаментальные основы и прикладная реализация методов химического анализа и аналитического контроля редких, цветных и благородных металлов, материалов на их основе, высокочистых веществ, метрология и стандартизация химического анализа.

Baranovskaya Vasilisa Borisovna, Professor of Russian Academy of Sciences, Doctor of Chemical Sciences, Leader Scientist of the Russian Academy of Sciences, Kurnakov IGIC RAS, Russia, 119071, Moscow, Leninskii prospekt, 31. Area of Scientific Interests: fundamental principles and applied implementation of methods of chemical analysis and analytical control of rare, non-ferrous and precious metals, materials based on them, high-purity substances, metrology and standardization of chemical analysis. baranovskaya@list.ru
ORCID ID: 0000-0002-0076-9990

Финансирование

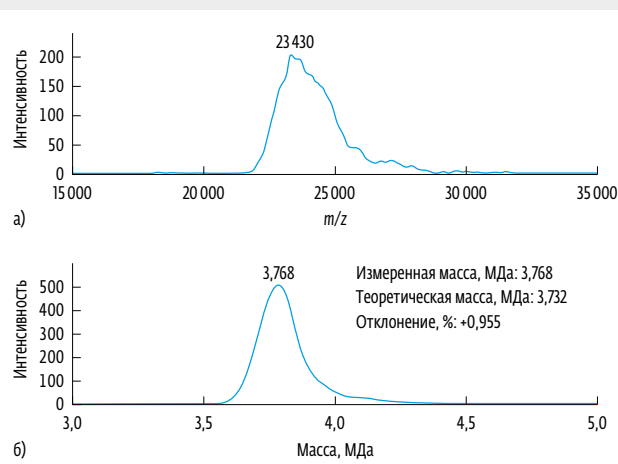
Конференция проведена при финансовой поддержке Минобрнауки России (Соглашение о предоставлении гранта № 075-15-2025-584 от 26.06.2025 г.)

НОВЫЙ МАСС-СПЕКТРОМЕТР WATERS УСКОРИТ РАЗРАБОТКУ БИОТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

На прошедшей в Мюнхене выставке *analytica 2026* корпорация Waters презентовала Waters Xevo CDMS – масс-спектрометр с детектированием заряда (с англ. Charge Detection Mass Spectrometry, CDMS) для характеристики биомолекул с массой до 150 млн Дальтон (МДа).

Быстрое развитие клеточной и генной терапии ставит перед лабораториями проблему анализа все более крупных и гетерогенных биомолекул. Терапевтические средства новейшего поколения – белковые комплексы, нуклеиновые кислоты, липидные наночастицы – представляют собой частицы с массой от нескольких до десятков МДа. Ситуация осложняется, когда образец содержит гетерогенную смесь биомолекул с массой в интервале нескольких МДа, например при производстве вирусных векторов для генной терапии. Современным масс-спектрометрам не хватает разрешения для определения массы частиц в подобных смесях путем деконволюции.

Ключевая особенность Xevo CDMS – электростатическая линейная ионная ловушка, разработанная учеными Университета Индианы и компанией Megadalton Solutions. Ловушка изолирует ионы, одновременно фиксируя отношение массы к заряду и заряд. В результате прибор рассчитывает истинную молекулярную массу, измеряя параметры отдельных ионов, а не выводит массу из распределений зарядовых состояний ансамбля частиц, поступивших в ловушку. На рисунке приведены масс-спектры



Масс-спектры полного капсида аденоассоциированного вируса второго типа AAV2: а – стандартный; б – полученный с помощью Xevo CDMS

вирусного вектора: стандартный и полученный с помощью Xevo CDMS соответственно.

Масс-спектрометрия с детектированием заряда позволяет измерить массу мегадальтонной частицы с высокой точностью (отклонение менее 1%), в то время как обычный масс-спектрометрический метод не дает прямой информации о массе.

Анализ смеси вирусных векторов с помощью Waters Xevo CDMS показал, что система может различать пустые, частично заполненные, полные и переполненные капсиды вируса за один прогон. Время анализа составило 10 мин, концентрация образца 10^{10} вирусных частиц в 1 мл. Waters заявляет, что для анализа требуется примерно 10 мкл образца, что на порядок меньше по сравнению с аналитическим ультрацентрифугированием,

которое широко используется для анализа смесей вирусных частиц. Кроме того, Waters Xevo CDMS исключает необходимость в сложных подходах с ферментативным расщеплением для анализа сложных молекул.

Масс-спектрометрия с детектированием заряда делает возможным анализ мегадальтонных биомолекул в реальном времени в процессе разработки передовых терапевтических средств. «Waters продолжает делать стратегические инвестиции в крупные молекулы, признавая, что передовые инструменты для биоаналитической характеристики играют критическую роль в разработке новейших терапевтических средств», – сообщил в пресс-релизе Удит Батра (Udit Batra), президент и главный исполнительный директор Waters Corporation.

По материалам пресс-релиза компании Waters

На «Физтех.Фабрике» разработали бюджетный прибор для автоматизации химических исследований

В Московском физико-техническом институте (МФТИ) создан рабочий прототип дистанционно управляемого коллектора фракций для жидкостной хроматографии. Прибор станет экономичной альтернативой дорогим зарубежным коллекторам.

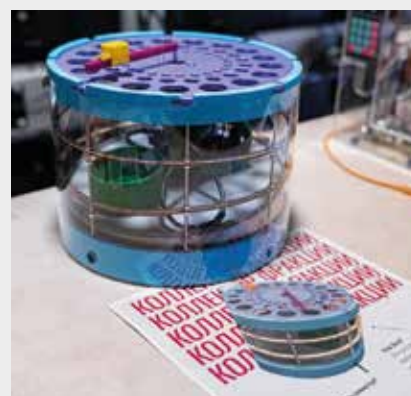
Хроматография – ключевой метод разделения и очистки сложных смесей в химии, биохимии и фармацевтике. Если необходимо собрать очищенные вещества в режиме реального времени, исследователь должен вручную подставлять новые пробирки на выходе из колонки или использовать коллектор фракций. Промышленные коллекторы часто слишком дороги для небольших учебных и научных лабораторий. Студенты второго курса Физтех-школы электроники, фотоники и молекулярной физики МФТИ Анастасия Гондаренко и Валентина Стрельникова разработали устройство, решающее эту проблему.

Техническое ядро системы – программируемый контроллер на ESP 32^{*}, который координирует работу шаговых двигателей, обеспечивающих движение по двум осям с высокой точностью. Управлять процессом можно

с помощью веб-интерфейса на компьютере или со смартфона. Пользователь задает карту расположения пробирок и параметры сбора (например, собирать по одной минуте в каждую), после чего устройство работает автономно. Коллектор переключается по таймеру или по сигналу от внешнего датчика.

Прибор построен на основе доступных компонентов: шаговые двигатели, направляющие, микроконтроллер ESP 32 и детали, напечатанные на 3D-принтере. Программа для управления была написана с нуля авторами. Созданный прототип – это пример того, как современные цифровые технологии помогают создавать лабораторные установки своими силами. Сейчас прототип успешно проходит тестовые испытания. В планах разработчиков – повышение точности позиционирования, увеличение емкости кассеты для пробирок и внедрение датчиков для обратной связи.

Разработка ведется в рамках образовательного проекта «Практикум цифрового производства» на базе учебно-производственного центра МФТИ «Физтех.Фабрика». Студенты осваивают теоретическую информацию, получают доступ



Коллектор фракций представляет собой компактную платформу с держателем для десятков пробирок

к высокотехнологичному оборудованию, приобретают навыки компьютерного проектирования, учатся работать на лазерных, токарных и фрезерных станках, 3D- и УФ-принтерах, 3D-сканерах. Они реализуют собственные академические проекты и создают функциональные физические объекты, дополняющие и улучшающие окружающую реальность. Инициатива реализуется в рамках стратегического проекта «Инженерные кадры технологического прорыва» государственной программы «Приоритет 2030».

Пресс-служба МФТИ

^{*} ESP 32 – микроконтроллер компании Espressif Systems. Характеризуется малым энергопотреблением, широко используется для передачи данных и управления электроникой (Прим. ред.).