

Учебно-методическая статья
УДК 538.9
DOI 10.25205/2541-9447-2022-17-2-75-80

Кафедра физических методов исследования твёрдого тела физического факультета НГУ

Сергей Васильевич Цыбуля

ФИЦ Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН
Новосибирский государственный университет
Новосибирск, Россия
sergey.tsybulya@yandex.ru

Аннотация

Статья посвящена кафедре физических методов исследования твёрдого тела физического факультета НГУ, базовыми институтами которой являются ФИЦ Институт катализа имени Г. К. Борескова СО РАН и Институт неорганической химии имени А. В. Николаева СО РАН. Рассказывается об истории создания кафедры, её преподавателях и направлениях их научных исследований, об изучаемых студентами дисциплинах. Читатель может ознакомиться со списком магистерских программ, существующих на кафедре, а также достижениями её выпускников и перспективами дальнейшего развития.

Ключевые слова

высшее образование, методы исследования, твердое тело, дифракция, спектроскопия, микроскопия, синхротронное излучение

Для цитирования

Цыбуля С. В. Кафедра физических методов исследования твёрдого тела физического факультета НГУ // Сибирский физический журнал. 2022. Т. 17, № 2. С. 75–80. DOI 10.25205/2541-9447-2022-17-2-75-80

Section of Physical Methods of Solid State Research of the Department of Physics of Novosibirsk State University

Sergey V. Tsybulya

Federal Research Center, Boreskov Institute of Catalysis SB RAS
Novosibirsk State University
Novosibirsk, Russian Federation
sergey.tsybulya@yandex.ru

Abstract

The article is devoted to the Department of Physical Methods for Solid Research of the Physics Department of Novosibirsk State University, the basic institutes of which are the Boreskov Institute of Catalysis and the Nikolaev Institute of Inorganic Chemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science. It tells about the history of the foundation of the department, its lecturers and the directions of their scientific research, and also about the disciplines studied. The reader can get acquainted with the list of department's master's programs and with the achievements of its graduates and the prospects for further development.

Keywords

higher education, research methods, solid state, diffraction, spectroscopy, microscopy, synchrotron radiation

For citation

Tsybulya S. V. Section of Physical Methods of Solid State Research of the Department of Physics of Novosibirsk State University. Siberian Journal of Physics, 2022, vol. 17, no. 2, pp. 75–80. DOI 10.25205/2541-9447-2022-17-2-75-80

История становления кафедры

Кафедра физических методов исследования твёрдого тела – самая молодая по времени создания кафедра физического факультета. Первый набор бакалавров и магистрантов по новой специализации, открытой первоначально при кафедре общей физики, состоялся в 2007 г. В 2009 г. специализация была преобразована в отдельную кафедру.

Создание кафедры было инициировано автором этих строк при активном содействии профессора Андрея Васильевича Аржанникова, декана физического факультета того периода. Серьезную поддержку при создании кафедры оказали академики Валентин Николаевич Пармон и Владимир Вячеславович Болдырев, возглавлявшие в то время ведущие институты химического профиля: Институт катализа им. Г. К. Борескова (ИК СО РАН) и Институт химии твёрдого тела и механохимии (ИХТТМ СО РАН). Руководство Института неорганической химии им. А. В. Николаева также обратилось с письмом поддержки к Учёному совету физического факультета. Сотрудники этих трех институтов составляли (вплоть до настоящего момента) костяк коллектива преподавателей кафедры.

Чтобы понять, почему именно химики обратились с такой просьбой к руководству НГУ и руководству физического факультета, нужно вспомнить известную триаду химических исследований – «синтез-структура-свойства». Понять те или иные свойства синтезированных объектов (и природных минералов также) невозможно без детальной характеристики их структуры (кристаллической структуры, структуры поверхности, микро/нано структуры, характерных дефектов различной природы и т. д.). Исследования с применением комплекса физических методов являются неотъемлемой частью научных исследований в организациях (научных и научно-производственных), занимающихся синтезом различных химических продуктов и/или материалов.

Например, в ИК СО РАН в то время отдел физико-химических исследований включал в себя до десятка лабораторий, занимавшихся дифракционными, спектроскопическими, электронно-микроскопическими и другими исследованиями катализаторов, с общей численностью около 25 % всех научных сотрудников института. Но многие из специалистов среднего и старшего возрастов были выпускниками далеких от Новосибирска университетов Москвы, Санкт-Петербурга, Нижнего Новгорода, Ростова-на-Дону, приехавшими в Академгородок еще в советские времена. Нужно было обеспечить приток молодых кадров по этим востребованным научным специальностям для обеспечения, в первую очередь, междисциплинарных исследований. И в целом кафедра со своей задачей справилась – сегодня выпускники кафедры работают в пяти институтах СО РАН, в компаниях Технопарка, преподают в НГУ. Некоторые продолжили свое обучение и научную карьеру в Москве или за рубежом.

На сегодняшнем этапе востребованность специалистов, имеющих базовые знания по теории и практике использования различных физических методов для исследования состава и структуры разнообразных объектов кратно возрастает. Создание источника синхротронного излучения поколения 4+ в Новосибирской области (СКИФ) предполагает, что в ближайшие годы после его запуска должно сформироваться научное сообщество российских и зарубежных исследователей, активно использующих новые, во многом уникальные, экспериментальные возможности для решения актуальных задач в различных сферах науки и технологий. Сам Центр СКИФ призван стать экспериментальной базой для подготовки и переподготовки кадров в содружестве с заинтересованными учебными учреждениями, в первую очередь, с НГУ. И роль кафедры физических методов исследования твёрдого тела в процессе подготовки специалистов для синхротронных исследований в междисциплинарных областях является ключевой.

Особенности преподавания и структура курсов

Принципиальная идея при составлении изначального учебного плана кафедры состояла в том, чтобы дать обучающимся в бакалавриате базовые знания (понимание физических принципов, возможностей, ограничений) по основным физическим методам исследования твердых тел – рентгеновской дифракции, рентгеновской, инфракрасной спектроскопии, спектроскопии комбинационного рассеяния, магнито-резонансным методам, электронной микроскопии, термическому анализу и др. Знание основ широкого круга методов позволяет исследователю подходить осмысленно к их применению при решении тех или иных научных и практических задач, обеспечивая необходимую полноту информации об изучаемых объектах.

При этом углубленное (профессиональное) изучение одного из методов студенты бакалавриата получают при выполнении курсовых и дипломных работ, проходя практику в исследовательских лабораториях академических институтов и НГУ. Таким образом, чрезвычайно важная роль отводится научным руководителям. В качестве таковых кафедрой привлекались и привлекаются лучшие профессионалы в своей области, занимающиеся решением конкретных исследовательских задач либо развитием новых методик.

Список дисциплин бакалавриата мало изменился с момента создания кафедры. По учебному плану 2021/2022 г. студенты изучают на третьем курсе следующие дисциплины: «Основы кристаллографии и структурного анализа», «Введение в рентгенографию поликристаллов», «Колебательная ИК и КР спектроскопия», «Дефекты в кристаллах». На четвертом курсе ведутся дисциплины «Магнитные свойства вещества», «Рентгеновские спектральные методы», «Электронная микроскопия», «Современные ЦКП на базе источников синхротронного излучения».

Важно отметить, что в каждом семестре студенты также проходят спецпрактикум. Лабораторные работы практикумов, как правило, сопряжены с теми теоретическими дисциплинами, которые читаются в данном семестре.

Обучение в магистратуре физического факультета строится, как известно, на основе индивидуальных образовательных траекторий. Кафедра физических методов исследования твёрдого тела (КФМИТТ) предлагает дисциплины, которые могут составить отдельную магистерскую программу, но могут быть и дисциплинами по выбору для магистрантов, обучающихся на других кафедрах. В настоящее время КФМИТТ – единственная из кафедр физического факультета, которая реализует междисциплинарную магистерскую программу совместно с кафедрой другого факультета – кафедрой химии твёрдого тела (КХТТ) ФЕН НГУ. Магистерская программа «Методическое обеспечение физико-химических исследований конденсированных фаз» стартовала в 2019 г., и её главное предназначение – подготовка кадров для работы на синхротронных и нейтронных источниках, в перспективе – на исследовательских станциях СКИФ. Обучающимся предлагается широкий набор дисциплин, читаемых как преподавателями КФМИТТ ФФ, так и КХТТ ФЕН: «Методы высокоэнергетической спектроскопии», «Методы кристаллоструктурных исследований», «Синхротронное излучение в структурных исследованиях», «Структурный анализ нанокристаллов», «Основы теории функционала плотности», «ЯМР спектроскопия твёрдого тела», «Основные принципы научного материаловедения», «Конструирование».

Практика студентов, бакалавров и магистрантов проходит в хорошо оснащенных современным научно-исследовательским оборудованием лабораториях институтов СО РАН и НГУ. Следует отметить, что студенты могут проходить практику и выполнять свои квалификационные работы не только в базовых институтах, поименованных в заголовке статьи, но и в других институтах СО РАН, а также в компаниях Технопарка, имеющих исследовательские подразделения, соответствующие профилю кафедры. В процессе обучения магистранты имеют возможность осуществлять поездки с образовательными или научными целями в европейские центры синхротронных исследований.

Кадровый состав кафедры

Среди тех, кто стоял у истоков создания кафедры, и кто по-прежнему трудится на ней: д.ф.-м.н., профессор С. А. Громилов, д.х.н. Б. А. Колесов, д.х.н. О. Б. Лапина, д.ф.-м.н. А. Н. Шмаков, к.ф.-м.н. В. В. Каичев, к.х.н. В. И. Зайковский, к.х.н. А. А. Матвиенко, к.ф.-м.н. С. Н. Трухан, к.ф.-м.н. А. А. Шубин, к.х.н. А. Н. Саланов. К сожалению, на кафедре больше не работает д.ф.-м.н., профессор Л. Н. Мазалов, по разным причинам сейчас не преподают д.х.н. О. Н. Мартынов, к.х.н. В. А. Дребущак, к.ф.-м.н. С. В. Черепанова. Эти коллеги также очень много сделали для становления кафедры.

С другой стороны, с началом реализация проекта СКИФ наш преподавательский состав пополнился такими замечательными специалистами в области синхротронных методов исследования, как: д.ф.-м.н. Я. В. Зубавичус, к.г.-м.н. С. В. Ращенко; с 2020 г. новый курс «Основы теории функционала плотности» читает д.х.н. И. Л. Зильберберг. Целый ряд дисциплин в магистратуре (в рамках совместной междисциплинарной магистерской программы) ведут преподаватели кафедры химии твёрдого тела ФЕН НГУ, возглавляемой академиком РАН В. В. Болдыревым: д.х.н. Б. А. Захаров, к.х.н. Т. Ю. Кардаш, к.х.н. И. А. Туманов; д.х.н., проф. Е. В. Болдырева является одним из основных разработчиков и со-руководителем магистерской программы «Методическое обеспечение физико-химических исследований конденсированных фаз». Дисциплину «Конструирование», пользующуюся очень большой популярностью у магистрантов разных кафедр ФФ, ведет М. С. Бондарь.

Молодое поколение преподавателей кафедры составляют, прежде всего, наши выпускники, которые теперь уже сами стали высококвалифицированными специалистами в своих областях: к.ф.-м.н. Е. Ю. Герасимов, к.ф.-м.н. А. А. Сараев, к.ф.-м.н. С. С. Якушкин, к.ф.-м.н. Д. А. Яценко. Активное участие в работе кафедры принимают к.х.н. О. А. Булавченко, к.х.н. В. П. Пахарукова, к.ф.-м.н. П. В. Гейдт, занимаясь проведением практических занятий и руководством студентов. К проведению практических занятий привлекаются к.ф.-м.н. А. С. Сухих, к.х.н. А. В. Ищенко, И. В. Яковлев. Отдельно хотелось бы отметить важную роль секретаря кафедры В. В. Никулина, осуществляющего все коммуникации как с преподавателями, так и со студентами.

Научные направления

Практически все преподаватели кафедры являются научными сотрудниками институтов СО РАН. Область их научных интересов весьма широкая и связана с научной тематикой институтов.

Основные направления исследований:

- структурные, кристаллохимические исследования синтетических соединений и минералов, их трансформации в условиях воздействия газовой среды, температуры, давления, жесткого излучения;
- фундаментальные основы направленного дизайна новых функциональных материалов, а также новых способов их получения, обработки и диагностики в режимах *in situ* и *operando*;
- фундаментальные основы разработки новых катализаторов для различных химических технологий;
- структурные механизмы быстропротекающих процессов с высоким временным разрешением;
- новые радиационные технологии с использованием современных ускорителей;
- развитие приборно-инструментальной базы для оснащения экспериментальных станций источников синхротронного излучения и нейтронов;
- разработка программного обеспечения, реализующего новые методики анализа дифракционных и спектральных экспериментов.

Эти направления исследований можно объединить в два основных связанных друг с другом блока:

- развитие приборно-инструментальной и методической базы для выполнения исследований с использованием источников СИ и нейтронов;
- фундаментальные исследования структуры функциональных материалов, высокоэнергетических веществ, катализаторов, в том числе, в условиях их функционирования и в экстремальных условиях.

Непосредственно при кафедре создана лаборатория структурной диагностики ультрадисперсных и наноструктурированных систем (ЛСДУиНС). Лаборатория принимала активное участие в реализации Программы «Проект 5-100» и в настоящее время включилась в реализацию Программы «Приоритет-2030» в рамках стратегического проекта «Радиационные технологии будущего». Помимо этого, сотрудниками лаборатории выполнялись гранты РФФИ, гранты по программам поддержки молодых ученых.

Достижения и перспективы

Главное достижение кафедры – ее выпускники, среди которых уже 15 кандидатов наук, хотя студентам первого набора на сегодняшний день едва исполнилось 35 лет. Сегодня это сотрудники ИК, ИНХ, ИХТТМ, ИФП СО РАН, довольно большое число наших выпускников работает или продолжает учебу в университетах и научных центрах Германии, Нидерландов, Израиля, Швейцарии. Некоторые из выпускников кафедры, как отмечалось выше, уже сами являются преподавателями в НГУ (и не только на КФМИТТ).

С началом реализации проекта СКИФ значительное число преподавателей и выпускников кафедры так или иначе привлечено к работам по этому проекту. Непосредственно сотрудниками СКИФ, занимающимися сегодня разработкой исследовательских станций, являются А. Н. Шмаков, А. А. Сараев, З. С. Винокуров, И. А. Четырин. Именно с перспективами создания СКИФ связаны и перспективы развития кафедры. С 2022/23 учебного года кафедра планирует реализовывать новые дисциплины по выбору для всего потока магистрантов ФФ: «Основы проектирования станций на установках мегасайенс», «Физические методы исследования твёрдого тела с использованием синхротронного излучения», «Актуальные направления исследований на установках класса мегасайенс».

В планах кафедры сформировать, опираясь на существующие и вновь создаваемые дисциплины, новую магистерскую программу «Синхротронные методы исследования» с отдельным набором магистрантов. Наша мечта, которую мы сейчас активно продвигаем в повестку развития ЦКП «СКИФ», – создание учебно-научной станции НГУ в числе станций второй очереди этого проекта. В среднесрочной и долговременной перспективе планируемая станция должна стать базовым элементом в практической подготовке научных и научно-технических кадров для синхротронных исследований, потребность в которых будет только нарастать.

Заключение

В 2022 г. кафедра физических методов исследования твёрдого тела будет отмечать пятнадцатилетие первого набора обучающихся. Мы не стали самой большой (и, наверное, не стали самой популярной) кафедрой ФФ за эти годы, но мы занимаем сегодня достойное место на факультете и выполняем важную функцию подготовки уникальных специалистов, востребованных именно в областях междисциплинарных исследований – в физическом и химическом материаловедении, химии твёрдого тела, минералогии и т. д. Кафедра имеет ясные перспективы и планы развития, ориентируясь, как и было задумано изначально, на подготовку специалистов, способных вести исследования в междисциплинарных областях с использованием самых современных физических методов.

Сведения об авторе

Цыбуля Сергей Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник, ФИЦ Институт катализа имени Г. К. Борескова СО РАН (Новосибирск, Россия), заведующий кафедрой физических методов исследования твёрдого тела физического факультета, Новосибирский государственный университет (Новосибирск, Россия)

Information about the Author

Sergey V. Tsybulya, Doctor of Science (Physics and Mathematics), Professor, Major Researcher, Borekov Institute of Catalysis SB RAS (Novosibirsk, Russian Federation), Head of Department of Physical Methods for Solid Research, Physics Department, Novosibirsk State University (Novosibirsk, Russian Federation)

*Статья поступила в редакцию 25.11.2021;
одобрена после рецензирования 10.06.2022; принята к публикации 22.06.2022
The article was submitted 25.11.2021;
approved after reviewing 10.06.2022; accepted for publication 22.06.2022*