

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Еникеевой Марии Олеговны на тему  
«Формирование в условиях методов «мягкой химии», строение и свойства фаз на  
основе ортофосфатов  $RE_2PO_4$  ( $REE = La, Y, Gd$ ) и их твердых растворов»  
на соискание учёной степени кандидата химических наук по специальностям  
1.4.15 Химия твёрдого тела и 1.4.1 Неорганическая химия

Диссертация М.О. Еникеевой посвящена установлению условий и механизмов формирования кристаллических структур ортофосфатов редкоземельных элементов ( $La, Y, Gd$ ) с заданными свойствами, такими как определённый состав и строение. Данное исследование носит преимущественно экспериментальный характер.

В первую очередь хотелось бы отметить высокую ценность этой работы для решения не только практических задач, касающихся создания новых оптических и магнитных материалов, но и решения фундаментальных проблем, в том числе и стоящих перед современной теоретической физикой. В Отделении перспективных разработок «Курчатовский институт» — ПИЯФ и на кафедре квантовой механики Санкт-Петербургского государственного университета ряд научных групп занимается высокоточным моделированием различных кристаллических структур. Особое внимание уделяется структурам, содержащим элементы с открытыми d- и f-оболочками, для описания электронной структуры которых требуются передовые методы и подходы. Многие из этих методов были разработаны в указанных научных центрах или в настоящее время находятся в стадии активной разработки. В частности, кристаллические структуры ортофосфатов редкоземельных элементов являются объектом активного изучения с применением наших теоретических методов. Ряд структур, исследованных в диссертации М.О. Еникеевой, — таких как чистый кристалл ксенотима, поверхность ксенотима, её дефекты и примеси ( $La, Gd$ ), — уже имеют хорошо проработанные модели или будут смоделированы в ближайшее время. Результаты, выносимые на защиту, планируется использовать для экспериментальной проверки качества построенных моделей.

Важным свойством кристаллических структур ортофосфатов редкоземельных элементов является их способность к эффективной абсорбции тяжёлых атомов, включая актиноиды и лантаноиды, и встраивания их в кристаллическую структуру материала. Следует подчеркнуть, что, помимо очевидной прикладной значимости (например, иммобилизации высокоактивных актиноидов), это свойство открывает возможности для исследований природы фундаментальных взаимодействий, в том числе и для поиска Новой физики, поскольку эффекты, вызванные взаимодействиями, нарушающими пространственную чётность (P) и временную инвариантность (T), существенно усиливаются в тяжёлых атомах. В настоящее

время наиболее точные эксперименты по изучению таких взаимодействий проводятся на молекулах, однако возможность синтеза кристаллов с высокой плотностью тяжёлых элементов в сочетании с высокоточным моделированием этих структур с учётом Р,Т-нечётных взаимодействий позволяет вывести поиск Новой физики на новый уровень. Теоретической поддержкой таких экспериментов на твёрдых телах и занимаются наши группы в ПИЯФ и СПбГУ.

Мы планируем использовать результаты, представленные в диссертации М.О. Еникеевой, для совместного экспериментального и теоретического исследования кристаллических структур и соответствующих примесей тяжёлых элементов.

Диссертация и автореферат отвечают требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальностям 1.4.15 Химия твёрдого тела и 1.4.1 Неорганическая химия (по химическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении учёных степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова. Диссертационная работа оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Еникеева Мария Олеговна заслуживает присуждения учёной степени кандидата химических наук по специальностям 1.4.15 Химия твёрдого тела и 1.4.1 Неорганическая химия.

Отзыв предоставил А.В. Титов

ФИО	Титов Анатолий Владимирович
Учёная степень	Доктор физико-математических наук
Специальность, по которой получена учёная степень	01.04.02 – Теоретическая физика
Почтовый адрес и полное наименование организации, работником которой является указанное лицо	Россия, 188300, Ленинградская обл., г. Гатчина, мкр. Орлова роща, д. 1, НИЦ «Курчатовский Институт» - ПИЯФ. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
Должность в указанной	Руководитель отделения перспективных

организации разработок; заведующий отделом квантовой физики и химии

Почтовый адрес и полное наименование организации, работником которой является указанное лицо Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7–9. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждения высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный университет"

Должность в указанной организации Профессор кафедры квантовой механики

Телефон

Адрес электронной почты

Я, Титов Анатолий Владимирович, даю своё согласие на включение моих данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшей обработкой.

05.08.2023