

Отзыв научного руководителя

к.х.н., с.н.с. лаборатории физики минералов и функциональных материалов Института геологии и геохимии им. А.Н. Заварицкого УрО РАН Зои Алексеевны Михайловской на работу Ивана Александровича Желуницына «**Электрофизические свойства синтетических соединений и минералов со структурой граната и эшинита при высоких температурах**», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.6.4. Минералогия, кристаллография, геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых

Диссертационная работа Желуницына И.А. посвящена установлению фундаментальных закономерностей между составом, кристаллической структурой и свойствами на примере минералов и новых синтетических соединений со структурой граната и эшинита, при этом в качестве основных аттестуемых свойств выбраны электрофизические (электропроводящие и диэлектрические) характеристики образцов. В качестве объектов исследования выбраны моноредкоземельные, двузамещенные и мультиредкоземельные серии железных гранатов и титано-ниобатов, для изучения специфики структуры привлекали методы рентгеновской дифракции и колебательной спектроскопии в различных условиях окружающей среды; в качестве основного экспериментального метода исследования свойств в работе использована импедансная спектроскопия.

Актуальность работы обусловлена, с одной стороны, запросами современного материаловедения, нуждающегося в новых материалах для электротехники, энергетики, связи, работающих в широком диапазоне условий окружающей среды, а с другой стороны, потребностями в решении фундаментальных и практических задач геофизике при зондировании верхней мантии, электроразведке месторождений полезных ископаемых, построении геофизических моделей. Для решения задач получения новых синтетических образцов были использованы инструменты гетеровалентного замещения щелочноземельными металлами (впервые), а также перспективного, часто использующегося последнее годы многокомпонентного замещения (пять и более элементов в одной из подрешеток); оптимизированы методы синтеза соединений, отработаны способы изготовления и всесторонне аттестованы керамические образцы. Для изучения свойств природных образцов использовали комплексные исследования их характеристик в условиях различной термической истории образцов.

Желуницыным И.А. оптимизированы методики синтеза железо-редкоземельных гранатов и титано-ниобатов редкоземельных элементов со структурой эшинита по стандартной керамической технологии и с использованием жидких прекурсоров, на основе указанных методик оформлено два патента. Получено 54 однофазных образца - порошков железных гранатов и ти-

тано-ниобатов. Отработана техника приготовления керамики, изучена морфология и состав порошковых и керамических образцов. Желуницаным И.А. изучены оптические свойства порошков и электрофизические свойства керамики, рассмотрена специфика структуры соединений на основе анализа колебательных спектров и данных порошковой дифракции, выявлены законоомерности изменения свойств в рядах структурно родственных соединений. В диссертационной работе Желуница И.А. комплексно рассмотрены вопросы модификации физико-химических свойств и электрофизических характеристик (типа и энергии активации проводимости  $E_a$ , значения диэлектрических констант и диэлектрических потерь) синтетических гранатов и эшинитов с помощью многокомпонентного замещения в подрешетке РЭ. Обоснованы установленные корреляции «состав, тип синтеза – кристаллическая структура – характеристики». Установленные особенности ряда новых многокомпонентных соединений позволяют рассматривать их в качестве перспективных материалов для электроники, устройств связи и т.д. Комплексно аттестованы оптические и электрофизические свойства ряда природных гранатов в свете их термической истории, обоснованы установленные корреляции «химический и фазовый состав – термическая история проб – электрофизические характеристики» природных гранатов; показано, что температурные зависимости проводимости гранатов эффективны для идентификации начальных стадий их фазового разложения, в частности, с выделением наноразмерных оксидов железа.

Желуница И.А. является получателем стипендии Президента РФ для аспирантов и адъюнктов, исполнителем работ по госбюджетным тематикам ИГГ УрО РАН, являлся участником проекта дооснащения ЦКП «Геоаналитик» в рамках программы Минобрнауки РФ (соглашение № 075-15-2021-680); в рамках профессиональной деятельности регулярно проходит курсы повышения квалификации. Педагогическая деятельность Желуница И.А. включает проведение лекций и практических работ для студентов геологического факультета МГУ, проходящих практику в ИГГ УрО РАН. За время обучения в аспирантуре и работы в ИГГ УрО РАН Желуница И.А. проявил себя как самостоятельный исследователь с высоким уровнем лабораторных навыков химика-синтетика, в тоже время владеющий разнообразными методами исследования структуры и свойств веществ, способный грамотно ставить и решать экспериментальные и теоретические задачи и корректно описывать результаты (что выражено в достаточном количестве опубликованных научных работ и докладах, отмеченными дипломами).

В связи с окончанием аспирантуры Желуница И.А. подготовлена диссертационная работа; работа прошла апробацию на Ученом совете Института геологии и геохимии УрО РАН. По теме диссертации опубликованы 5 статей, в том числе 3 - в международных научных журналах; получено 2 патента. Результаты исследований докладывались Желуница И.А. на ряде российских конференций.

Считаю, что работа Желуницына Ивана Александровича «Электрофизические свойства синтетических соединений и минералов со структурой граната и эшинита при высоких температурах» может быть представлена к защите в качестве диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.6.4. Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

С.н.с. ИГГ УрО РАН,

к.х.н. З.А. Михайловская

16.09.25

