

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертационную работу **Антонова Андрея Александровича «Кластерные гало-фосфаты и гало-арсенаты щелочноземельных металлов и меди как функциональные материалы»**, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.7 — Технология неорганических веществ.

Антонов А.А. начал научную работу в Центре наноматериаловедения Кольского научного центра РАН в 2014 г. будучи студентом Мурманского ГТУ, и совмещая учебу и с работой в качестве лаборанта ЦНМ. После окончания с отличием магистратуры МГТУ в 2017 г. Антонов А.А. поступил в аспирантуру ФИЦ КНЦ РАН. С 2018 г. он стал младшим научным сотрудником вновь организованной в ФИЦ КНЦ РАН молодежной лаборатории природоподобных технологий и техносферной безопасности Арктики.

В ходе выполнения и написания диссертационной работы Антоновым А.А. систематизирован большой объем литературных данных и наглядно продемонстрирована актуальность фундаментальных и прикладных исследований в данной области.

Для Антонова А.А. характерна склонность к самостоятельной работе, как при создании экспериментальных установок, так и проведении исследований и обработке получаемых результатов. Следует отметить его опыт интерпретации результатов исследований с использованием современных физико-химических и математических методов анализа и глубокие системные знания научных основ химии, химической термодинамики, математики, которые были проявлены уже при выполнении бакалаврской и магистратской работ, тематически связанных с кандидатской диссертацией.

Объекты исследования в работе Антонова А.А. - минералы из группы гало-фосфатов и гало-арсенатов щелочноземельных металлов и меди. Они обладают ярко выраженными функциональными свойствами, но в природе встречаются крайне редко и в малых количествах. Среди потенциальных областей их применения – материалы с выраженными магнитными и люминесцентными свойствами, ионные проводники. Успешный синтез аналогов самплеита, лавендулана, епифановита и андирибертсита в ходе выполнения работы осуществлён впервые, хотя первый минерал этой группы был открыт в 1942 г. Все эти минералы относятся к редким, ввиду чего было невозможным производство функциональных материалов на их основе. С появлением синтетических аналогов это препятствие устранено и, соответственно, появляется перспектива практического использования таких материалов.

Поэтому работа Антонова А.А., посвящённая вопросам синтеза, изучения свойств и применения аналогов редких минералов из сырья эксплуатируемых месторождений Мурманской области, безусловно, является актуальной.

Положительные результаты предварительных испытаний магнитных свойств новых материалов, выполненных в РЦ «Центр диагностики функциональных материалов для медицины, фармакологии и нанозлектроники» СПбГУ, и оценка токопроводящих свойств на основании значений ширины запрещённой зоны, найденных теоретически, и установленная Антоновым А.А. возможность их получения из доступного сырья региона является свидетельством перспективности синтетических гало-фосфатов и гало-арсенатов щелочноземельных металлов и меди как функциональных материалов.

Конечная стадия проверки и аттестации новых материалов выполняется вне рамок диссертационных исследований Антонова А.А. Эта стадия является длительной, т.к. необходимо создание пилотных или укрупненных установок по синтезу и испытание в производственных условиях. Помимо этого, требуется дополнительное рассмотрение путей переработки побочных продуктов синтеза материалов и возможности многократного использования растворов глицерина в технологической схеме. Всё это не снижает в целом положительной оценки работы диссертанта, открывающей возможность производства доступных перспективных материалов для применения в разных областях.

Основные результаты исследований Антонова А.А. по теме диссертации опубликованы в 4 статьях, включая 1 в международном журнале, индексируемом WoS, и 3 в рецензируемых отечественных журналах, рекомендованных ВАК для публикации основных положений кандидатских диссертаций, 7 статьях, докладах и тезисов докладов в отечественных журналах и материалах конференций. В большинстве публикаций Антонов А.А. является единственным автором. При его участии был утверждён редкий минерал, имеющий состав формульной единицы $\text{Ca}_2\text{PO}_4\text{Cl}$ – горяиновит, структура которого обладает высокой изоморфной ёмкостью, что обуславливает возможность применения его синтетических аналогов в качестве люминофоров.

При проведении исследований и обработке полученных результатов Антонов А.А. проявил себя как грамотный специалист, владеющий основами знаний в области химической технологии, а также термодинамики, минералогии, физико-химического анализа. Его отличает высокая исполнительная дисциплина и работоспособность, сочетающиеся с аккуратностью и творческой инициативностью при выполнении работы.

Антонов А.А. неоднократно представлял результаты своей работы на региональных, всероссийских и международных конференциях, был призером конкурсов научных работ молодых ученых на конференциях в Апатитах, Москве, Новосибирске. Его работа финансировалась по государственному заданию, кроме того, он был исполнителем 3 грантов РФФИ, в том числе гранта РФФИ № 19-33-90028 2019-2021 гг. на выполнение его диссертационной работы, и 1 гранта РНФ. в период 2017-2021 г.

На основании вышеизложенного можно заключить, что Антонов Андрей Александрович, представивший к защите диссертацию на тему «Кластерные гало-фосфаты и гало-арсенаты щелочноземельных металлов и меди как функциональные материалы», соответствующую требованиям к специальности 2.6.7 – Технология неорганических веществ, достоин присуждения ему искомой ученой степени кандидата технических наук.

Научный руководитель
член-корреспондент РАН,
д.т.н., профессор,

А.И. Николаев

Подпись А.И. Николаева
Удостоверяю
Ученый секретарь
ИХТРЭМС КНЦ РАН, к.т.н.

Т.Н. Васильева

